Chirurgische Universitätsklinik
Abteilung für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie
Ärztlicher Direktor Prof. Dr. med. Florian Gebhard

Ergebnisse der Versorgung pertrochantärer Frakturen mit dem PFNA

DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

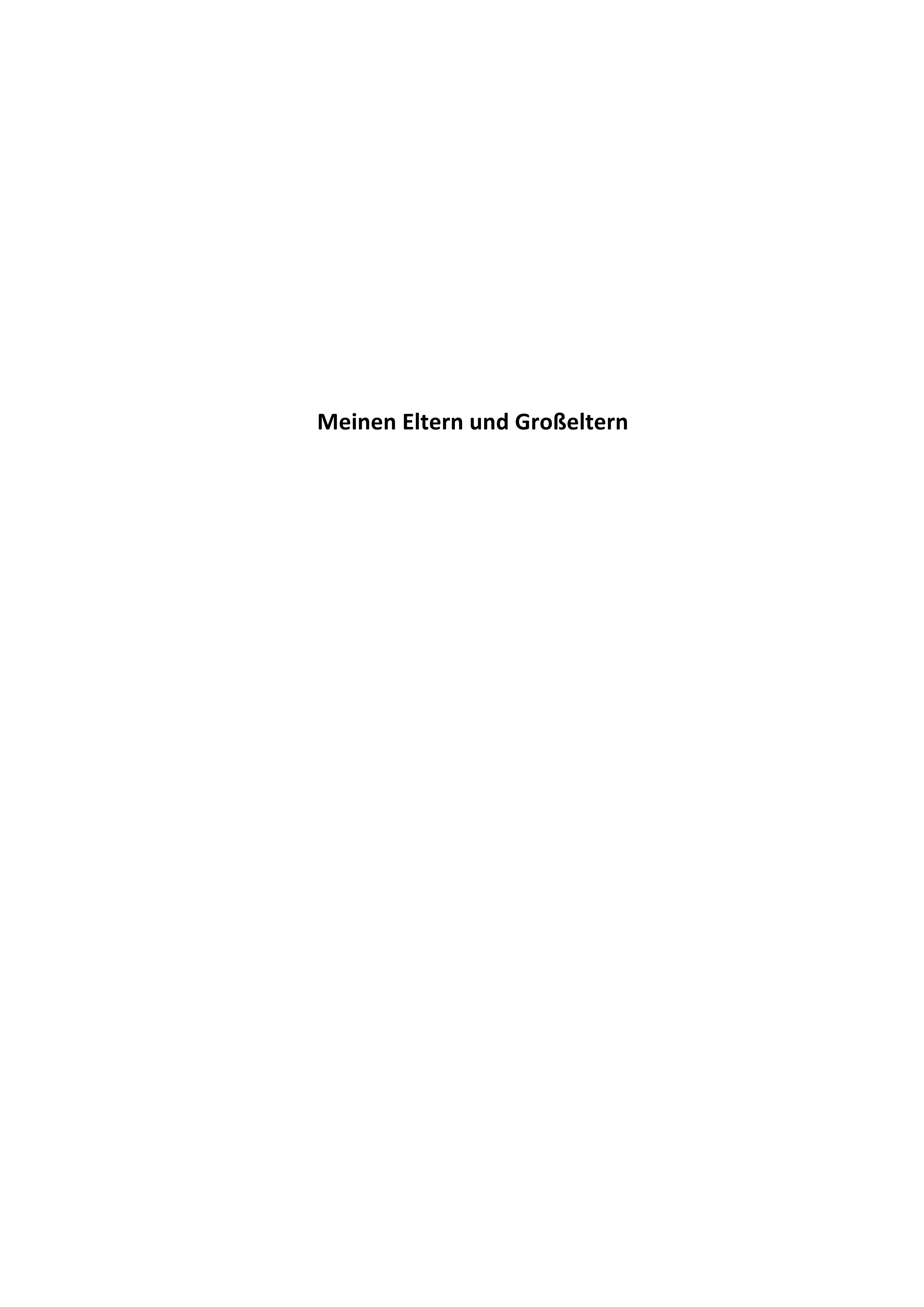
von
Joy Elisabeth Weyrich
geboren in Schiltigheim (Frankreich)
2013

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: PD Dr. M. Kraus

2. Berichterstatter: Prof. L. Dürselen

Tag der Promotion: 11.07.2014



Meinen Eltern und Großeltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

A

Abb.	Abbildung
ACS	Acute Coronary Syndrome
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
a.p.	anterior-posterior
ASA	American Society of Anesthesiologists
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation

B

BQS	Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung gGmbH

C

CCD-Winkel	Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel
cm	Zentimeter
COPD	Chronical Obstructive Pulmonary Disease

D

DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DHS	Dynamic Hip Screw
DRG	Diagnosis-related Group

F

FU	Follow-Up

L

LCP	Locking Compression Plate
LISS	Less Invasive Stabilization System

M

mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie

P

PFN Proximal Femur Nail

PFNA Proximal Femur Nail Antirotation

S

SAS Schlafapnoe-Syndrom

SHS Sliding Hip Screw

T

Tab. Tabelle

TGN Trochanteric Gammanail

TIA Transitorische ischämische Attacke

U

u.s.w. und so weiter

Z

z.B. zum Beispiel

1 Einleitung

Die proximalen Femurfrakturen gehören zu den typischen Verletzungen des über 70-jährigen und multimorbiden Menschen. Zurzeit schwankt die Inzidenz dieser Verletzungen nach unterschiedlichen Angaben um 140 Frakturen pro 100.000 Einwohner pro Jahr in Deutschland [1]. Allein im Jahr 2006 wurden 117.200 Hüftfrakturen in Deutschland registriert, wobei 95 Prozent dieser erst bei Patienten nach dem 50. Lebensjahr auftraten [1]. Laut demografischen Schätzungen beträgt der Anteil der über 80-Jährigen in Deutschland über fünf Prozent im Jahr 2010 und man erwartet im Jahre 2050 einen Anstieg auf 15 Prozent [71]. Das Statistische Bundesamt schätzt, dass die deutsche Bevölkerung um 16,6 Prozent, auf 68,7 Millionen Einwohner bis zum Jahr 2050 schrumpfen wird. Aufgrund der sinkenden Geburtenhäufigkeit und der zunehmend höher geschätzten Lebenserwartung bei Geburt [71, 92], wird sich das Verhältnis zwischen älteren und jüngeren Menschen, dementsprechend die demografische Altersverteilung, in den kommenden Jahrzehnten verschieben. Da mit steigendem Alter auch die Frakturhäufigkeit exponentiell ansteigt [87], wird auch die Versorgung der proximalen Femurfrakturen zahlenmäßig wachsen und einen immer höheren Stellenwert im Versorgungsspektrum der Unfallchirurgie einnehmen. Dabei rückt gleichzeitig die ökonomische Bedeutung dieser Verletzung immer mehr in den Vordergrund, da aus den zuvor genannten Gründen mit einer deutlich steigenden Kostenentwicklung in diesem Bereich gerechnet wird [52]. Nach aktuellen Schätzungen werden in Deutschland für die Behandlung von osteoporotischen proximalen Femurfrakturen zwei bis vier Milliarden Euro jährlich benötigt [30], wobei sich die operativen Kosten für die jeweils verschiedenen Osteosyntheseverfahren auf ungefähr 6000 Euro belaufen [26].

Beim Verletzungsmechanismus handelt es sich bei den älteren Patienten meist um einen Sturz aus Standhöhe oder niedriger Sitzhöhe (Bagatelltrauma). Dabei finden sich bei diesen Patienten oft zahlreiche begleitende Risikofaktoren, wie unbehandelte Osteoporosen, maligne Neoplasien, Abnahme des Reaktionsvermögens und der kognitiven Fähigkeiten, Geh- und Koordinationsstörungen, Medikamenteneinflüsse sowie erheblich gefährdende kardiovaskuläre, endokrine und neurologische Komorbiditäten, so

dass in der Literatur auch vom „internistischen Polytrauma" gesprochen wird [23, 87]. Bei Jugendlichen und Erwachsenen handelt es sich beim Verletzungsmechanismus vielmehr um ein Hochrasanztrauma oder Polytrauma in Kombination mit Beckenverletzungen [29]. Proximale Femurfrakturen stellen das höchste Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko aller osteoporose-assoziierten Frakturen dar [1]. Auch wenn die Mortalität in Folge einer proximalen Femurfraktur durch Verbesserungen im Bereich der Anästhesie, der Intensivtherapie und des operativen Vorgehens drastisch gesenkt werden konnte, versterben noch immer ein Fünftel der Patienten innerhalb eines Jahres nach dem Unfallereignis [26, 85]. Ein entscheidender Faktor, der zur Senkung der Mortalität vor allem der älteren Patienten beiträgt, ist die frühzeitige Wiederherstellung der Mobilität [59, 72]. Die operative Versorgung der proximalen Femurfrakturen erfordert demzufolge den Gebrauch eines Implantates, das eine schnelle postoperative Belastung ermöglicht, eine hohe Primärstabilität vor allem im osteoporotischen Knochen besitzt und nur wenige Komplikationen mit sich bringt. Wichtig ist, dass dabei vor allem auf eine achsenkorrekte Reposition des Femurs und eine exakte Implantatlage geachtet wird [100].

Heutzutage stehen sich intra- und extramedulläre Osteosynthesen konkurrierend bei der operativen Versorgung der proximalen Femurfrakturen gegenüber. In Deutschland überwiegt derzeit die Verwendung der intramedullären Kraftträger bei der Versorgung per- und subtrochantärer Frakturen [52]. Prothesen hingegen werden nur in Einzelfällen benutzt. Die Vorteile der intramedullären Verfahren gegenüber den extramedullären Implantaten sind neben dem kleineren operativen Zugang auch die kürzere Operationsdauer [65] sowie eine höhere Primärstabilität, vor allem bei instabilen Frakturen [19, 100]. Für die Versorgung der stabilen proximalen Femurfrakturen sind sich die meisten Autoren jedoch einig und empfehlen den Gebrauch extramedullärer Systeme wie die DHS [10, 11, 81]. Die instabilen per- und subtrochantären Frakturen stellen dennoch grundsätzlich aufgrund ihrer Häufigkeit und technisch anspruchsvollen Versorgung eine Herausforderung für den Unfallchirurgen dar. Auch wenn die Versorgung der proximalen Femurfrakturen heutzutage sehr erfolgreich ist, so können doch zahlreiche Faktoren zum Implantatversagen führen. Insbesondere bei den älteren Patienten führen die unbehandelte Osteoporose sowie eine suboptimale Implantatlage oder unzureichende Frakturrepositionen zu signifikant mehr mechanischen Komplikationen [51], allen voran das Cut-out der Klinge [12, 36, 38, 102]. Der Proximale

Femurnagel Antirotation (PFNA) mit seiner helikalen Schenkelhalsklinge stellt seit 2004 ein neuartiges Modell der intramedullären Kraftträger dar. Er wurde von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesen (AO) entworfen und stellt das Nachfolgemodell des Proximalen Femurnagel (PFN) dar. Das neue helikale Gewinde führt beim Einbringen zu einer Kompaktierung der Spongiosastruktur und bietet eine große Knochen-Kontaktfläche. Dies verspricht vor allem im osteoporotischen Knochen einen besseren Halt.

Ziel dieser Beobachtungsstudie war es, das klinische Ergebnis von Patienten, die mit dem PFNA versorgt wurden, an einem ausreichend großen Kollektiv zu dokumentieren. Dabei wurden einerseits ein Teil der Patientendaten retrospektiv mittels der hausinternen Patientenakten aufgenommen und andererseits weitere Informationen zum postoperativen Verlauf mittels eines Telefoninterviews und standardisierten Fragebögen gesammelt, um auch den poststationären Verlauf bei Patienten erfassen zu können, die sich nicht wieder vorstellten und bei denen daher keine weiteren Daten dokumentiert wurden.

2 Material und Methoden

2.1 Der Proximale Femurnagel Antirotation (PFNA) – Nageldesign und Operationsprinzip

Beim Proximalen Femurnagel Antirotation (PFNA) (Synthes®, Zuchwil, Schweiz) handelt es sich um einen intramedullären Marknagel. Das Indikationsspektrum beinhaltet alle pertrochantären (31-A1 und 31-A2) und intertrochantären Frakturen (31-A3) sowie hohe bis diaphysäre subtrochantäre Frakturen (32-A1 und 32-A2). Das lange PFNA-Modell ist laut Angaben des Herstellers auch bei ausgedehnteren Frakturtypen, Kombinationsfrakturen (im proximalen Femur) sowie bei pathologischen Frakturen indiziert [93].

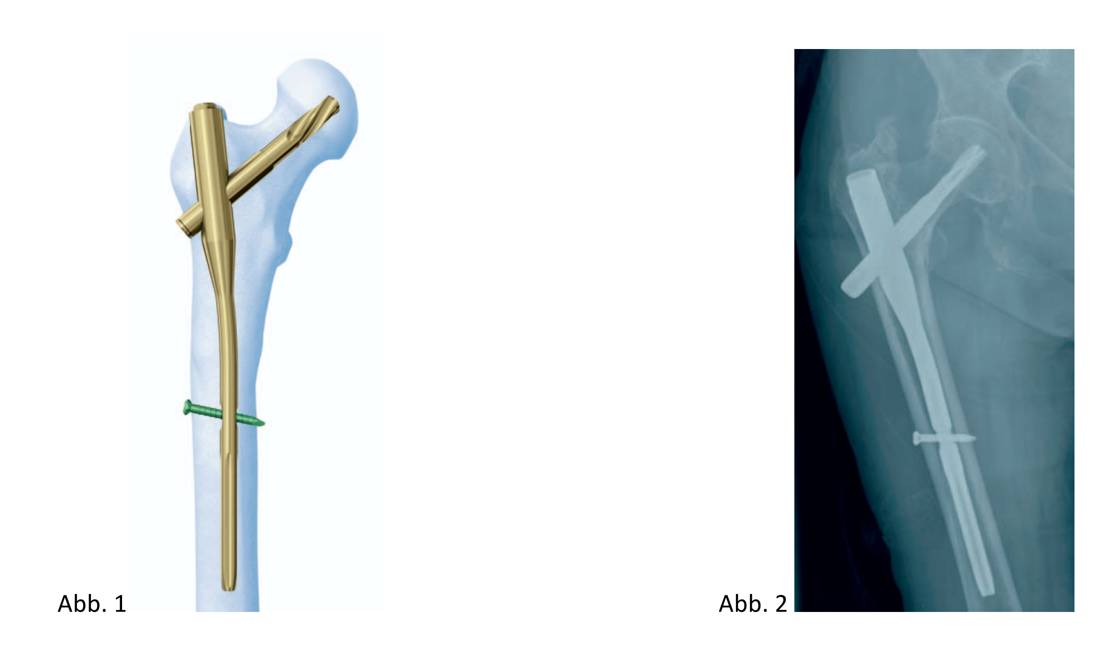


Abb. 1 und 2: Der Proximale Femurnagel Antirotation als Modell und in der postoperativen Röntgenaufnahme in a.p. [93] (a.p.: anterior-posterior)

Das Implantat besitzt einen mediolateralen Winkel von 6 Grad, der den Eintritt über die Spitze des großen Trochanters erleichtert. Des Weiteren erleichtert die flexible Spitze die Insertion und verhindert zugleich Spannungen am distalen Ende des PFNAs. Der Nagel ist

in vier Längenvariationen erhältlich: Der PFNA extrakurz (170 mm), der PFNA kurz (200 mm), der PFNA (240 mm) sowie der PFNA lang mit einer Länge von 300 bis 420 mm, in 20mm-Abstufungen. Für die kurzen Nägel stehen verschiedene Durchmesservariationen von 9 bis 12 mm (in 1-mm-Abstufungen) sowie für das lange Modell von 9,10,12 und 14 mm zur Verfügung. Weiterhin kann zwischen den CCD-Winkeln 125°, 130° und 135° für die Nägel mit einer Länge von 240 mm gewählt werden.

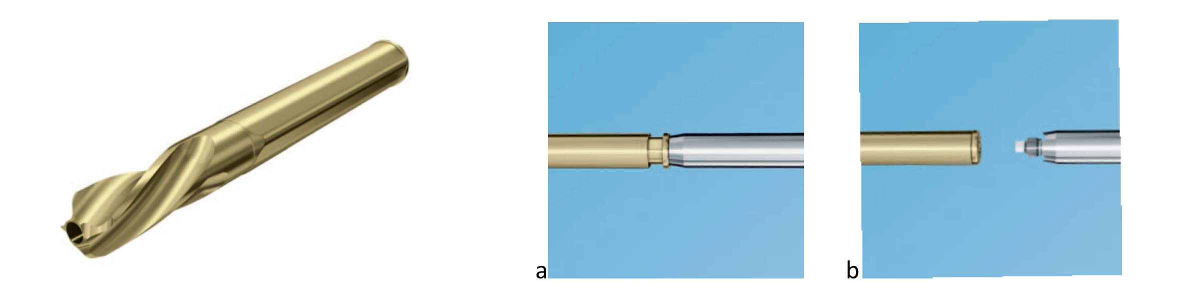


Abb. 3: Die Helixklinge des Proximalen Femurnagels Antirotation [93]

Abb. 4a und b: Die laterale Verriegelung der Helixklinge [93]

Sämtliche Nägel sind durchbohrt, so dass sie auf einem zuvor eingebrachten Führungsdraht im Markraum aufgefädelt werden können. Die helikale Klinge zeigt in ihrem Aufbau vier selbstschneidende Gewindelamellen, die jeweils eine Drehung von 90 Grad vollziehen. Dank dieser Lamellen kommt es beim Einbringen zu einer Verdichtung der Spongiosa, was vor allem bei osteoporotischen Knochen von Vorteil ist. Eine große Oberfläche und ein ansteigender Kerndurchmesser gewährleisten maximale Kompaktierung sowie optimalen Halt im Knochen und laut Hersteller einen deutlich höheren Widerstand gegen Cut Out als herkömmliche Schraubensysteme, wobei biomechanische Untersuchungen dies jedoch bislang nicht belegen konnten [101].

Nach dem Einbringen der Helix-Klinge wird diese automatisch lateral verriegelt (siehe Abb. 4a und 4b). Diese Verriegelung verhindert die Rotation der Klinge um die eigene Achse sowie der femoralen Kopf-Hals-Fragmente. Für die distale Verriegelung existieren diverse Möglichkeiten, so kann entsprechend der vorliegenden Situation zwischen einer statischen oder einer dynamischen Verriegelung gewählt werden.

Nach der korrekten Lagerung des Patienten auf dem Extensionstisch wird die geschlossene Fraktur unter Bildverstärkerkontrolle reponiert. Die korrekte Frakturreposition spielt dabei für das weitere Vorgehen und das Ergebnis eine besonders bedeutende Rolle. Wenn möglich, sollte diese „geschlossen" durchgeführt werden, dabei wird durch Drücken und Ziehen die Fehlstellung der Knochen korrigiert. Insbesondere bei Mehrfragmentfrakturen und subtrochantären Spiralfrakturen mit medialem Schalenfragment ist die geschlossene Reposition jedoch meist nicht möglich und muss dann mittels einer offenen Reposition, eventuell mithilfe dem Vorlegen einer Drahtcerclage, erfolgen.

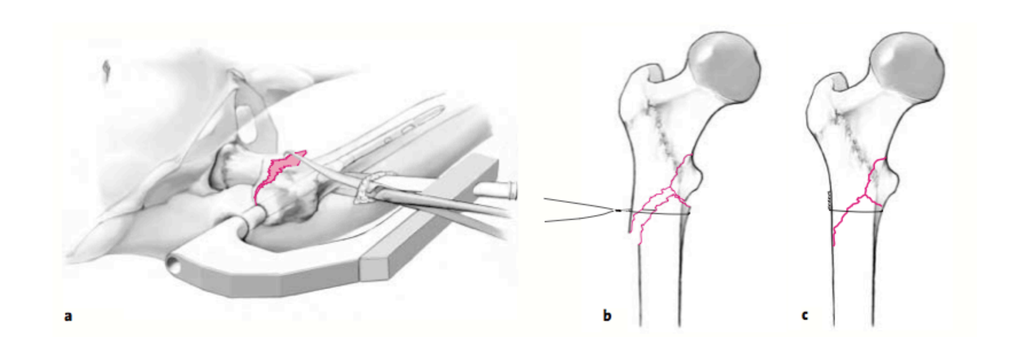


Abb. 5a: Halb-offene Reposition: Durch Erweiterung der Inzision kann mithilfe einer Repositionszange versucht werden, das Kopf-Hals-Fragment in die anatomische Position zu bringen [99]
Abb. 5b und c: Vorlegen einer Drahtcerclage zur Reposition und Fixierung der Knochenfragmente [99]

Der operative Zugang erfolgt durch einen 5 - 10 cm langen Hautschnitt auf Höhe der Spina iliaca anterior superior in Verlängerung des Femurschafts vier Querfinger über der Trochanterspitze. Der optimale Nageleintrittspunkt liegt in a.p. Projektion auf der Trochanterspitze in der gekrümmten (6°) Verlängerung des Markraums (siehe Abb. 6a und b).

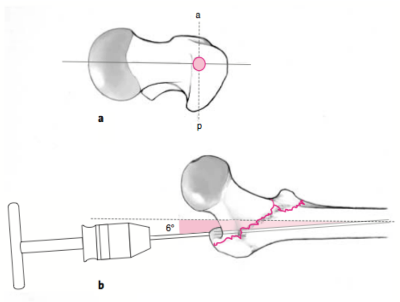


Abb. 6a und b: Der optimale Insertionspunkt und intraossäre Verlauf des Marknagels [99]

Der Markraum wird zunächst mittels eines Führungsdrahtes und in einem zweiten Schritt mittels eines durchbohrten Spiralbohrers an der zuvor festgelegten Eintrittsstelle eröffnet. Falls erforderlich, kann der Markraum mithilfe eines Bohrdorns aufgebohrt und so erweitert werden. Das Einbringen des PFNA wird mittels eines Zielbügels und der Bildverstärkerkontrolle durchgeführt. Nach der Bestimmung der erforderten Klingenlänge und Eröffnung der lateralen Kortikalis wird die PFNA-Klinge durch leichte Hammerschläge unter Bildverstärkerkontrolle eingebracht und schlussendlich an der korrekten Position verriegelt. Abschließend erfolgt die distale Verriegelung, die dynamisch oder statisch sein kann, sowie das Einbringen einer Verschlussschraube auf dem proximalen Ende des Marknagels [93].

2.2 Studiendesign und Einschlusskriterien

Es handelt sich bei dieser Studie um eine retrospektive Kohorten-Studie einer prospektiven Datenbank mit telefonischem Follow-Up. Im Zeitraum vom 02. Dezember 2004 bis zum 22. Dezember 2009 wurden alle Patienten erfasst, die am Universitätsklinikum Ulm operativ mit einem PFNA versorgt wurden. In einem ersten Schritt wurden zunächst alle dokumentierten und relevanten Patientendaten erfasst.
Darunter wurden folgende demografische Daten festgehalten: Alter, Geschlecht, Geburtsdatum, Alter am Tag der Operation und Dauer des stationären Aufenthalts.
Folgende Patienteninformationen wurden erfasst: Komorbiditäten des Patienten, diese wurden klassifiziert in muskuläre, kardiale, respiratorische, vaskuläre, neurologische, psychiatrische und neoplastische Nebenerkrankungen. Separat erfasst wurde Diabetes mellitus, systemische Gelenkserkrankungen, Osteoporose und Coxarthrose. Zusätzlich wurde dem Anästhesieprotokoll die ASA-Klassifikation entnommen.
Folgende Informationen bezüglich der Operation wurden erfasst: Das OP-Datum, die Zeit zwischen Unfall und Operation, die OP-Dauer, die Röntgendauer, der Operateur sowie dessen Ausbildungsstand und aufgetretene intraoperative und postoperative Komplikationen.
Die dokumentierten Informationen bezüglich Fraktur und Unfallhergang waren: Unfalldatum, Unfallursache, eventuelle weitere Frakturen, Fraktur im Rahmen eines

Polytrauma, betroffene Seite, Einteilung der Fraktur beruhend auf der Klassifikation der AO/ASIF, relevante Begleitfrakturen, offene Fraktur oder geschlossene Fraktur, präoperative Nerven- oder Gefäßverletzungen.
Folgende Follow-Up-Daten wurden erfasst: FU-Dauer in Monaten, wenn zutreffend Todeszeitpunkt, wenn zutreffend Zeitspanne zwischen OP und Tod, wenn zutreffend Alter des Patienten zum Todeszeitpunkt, wenn zutreffend die Todesursache, postoperative Komplikationen, Zeitpunkt des Auftretens eventueller Komplikationen, Reoperationen, Schmerz, die subjektive Beurteilung zur Funktion des Hüftgelenks, die Notwendigkeit einer Gehhilfe, die größtmögliche Gehstrecke, die Möglichkeit, Treppen zu steigen, Hinken, eine signifikante Beinlängendifferenz und ob das Implantat zu einem späteren Zeitpunkt nach vollständiger Frakturkonsolidierung entfernt wurde.
Insgesamt wurden somit 41 Parameter mit den entsprechenden Unterpunkten in einer Tabelle des Computerprogrammes Microsoft® Excel 2008 erfasst.

In einem zweiten Schritt wurden alle Patienten, die nicht mehr oder in einem kürzerem Zeitraum als ein Jahr vorstellig wurden, telefonisch kontaktiert, mittels eines standardisierten Fragebogens zum weiteren Verlauf der Krankengeschichte befragt und somit die fehlenden Parameter ermittelt.
Für die deskriptive Statistik des Gesamtkollektivs wurden alle Patienten eingeschlossen, die mit dem PFNA zwischen dem 02. Dezember 2004 bis zum 01. Januar 2010 am Universitätsklinikum Ulm versorgt wurden. Für die statistische Auswertung der Follow-Up-Daten sowie der postoperativen Komplikationen wurden lediglich die Patienten berücksichtigt, bei denen ein postoperativer Beobachtungszeitraum von mindestens einem Jahr möglich war oder das Versterben des Patienten innerhalb des ersten postoperativen Jahres erfasst wurde.

2.3 Patientenkollektiv und Datenbankrecherche

2.3.1 Erfasste Patientendaten

2.3.1.1 Allgemein erfasste Patientendaten

Aus dem klinischen Informationssystem (SAP) wurden folgende Patientendaten extrahiert: Name, Geschlecht, Geburtsdatum, Alter am Tag der OP, Komorbiditäten, das anamnestisch erhobene Unfalldatum, Frakturursache, Frakturklassifikation, Vorliegen von Begleitfrakturen, eines Polytraumas, Frakturbesonderheiten, präoperative Gefäß- oder Nervenverletzungen sowie die Verweildauer der Patienten.

2.3.1.2 Unfallmechanismus und Symptomatik per- und subtrochantärer Frakturen

Als Unfallmechanismen kann zwischen Bagatelltraumata, direkten Stürzen auf die Hüfte, Unfällen aufgrund innerer Ursachen (kardial oder zerebral bedingt), Hochrasanztraumata, Polytraumata sowie pathologischen Frakturen unterschieden werden. Eine besondere Stellung nehmen Polytrauma-Patienten mit hüftkopfnahen Frakturen ein. Diese zeigen häufig begleitende Beckenverletzungen und befinden sich akut in einem lebensbedrohlichen Zustand, wobei die Versorgung der Fraktur nicht im Vordergrund steht.

Die wichtigsten klinischen Symptome einer pertrochantären Fraktur sind, neben den lokalen Schmerzen bei passiver und aktiver Bewegung, die häufig vorkommende Verkürzung und Außenrotationsstellung des Beines. Diese Beinfehlstellung resultiert durch den kranialen Muskelzug des M. piriformis, der Mm. glutei (M. gluteus minimus und medius) und der kurzen Außenrotatoren (Mm. gemelli superius und inferius und Mm obturatorii internus und externus) am Trochanter major. Bei subtrochantären Frakturen zeigt sich oftmals zusätzlich eine Schwellung und Deformierung am proximalen Oberschenkel. Durch die umliegende Weichteilverletzung kommt es nicht selten zu Hämatomen und Prellmarken, meist posterolateral am Trochanter major. Die aktive

Bewegung des Beines ist für den Patienten durch die enorme Schmerzsituation oft gar nicht ausführbar. Bei der passiven Bewegung des Beines werden vor allem die Rotations- sowie Stauchungsbewegungen schmerzhaft. Für eine endgültige Diagnose sind Röntgenaufnahmen unumgänglich. Nötig dafür sind eine tief eingestellte Beckenübersicht sowie eine axiale Aufnahme des Oberschenkels als zweite Ebene. Die Lauensteinaufnahme, wobei die betroffene Extremität im Hüftgelenk abduziert und gebeugt wird, ist für den Untersuchenden häufig sehr schmerzhaft und deshalb verzichtbar. Ist im konventionellen Röntgen trotz Verdacht keine Fraktur zu erkennen, kann eine Magnetresonanztomographie (MRT) notwendig sein, um eine okkulte Fraktur auszuschließen. Mögliche Differentialdiagnosen können unter anderem eine mediale Schenkelhalsfraktur, eine Trochanterabrißfraktur, eine einfache Hüftprellung, eine vordere Beckenringfraktur, eine Trochanter Bursitis oder eine vordere Beckenringfraktur sein.

2.3.1.3 Frakturklassifikation und Komorbiditäten

Im Allgemeinen wird zwischen stabilen und instabilen Frakturen differenziert. Stabile Frakturen zeichnen sich dadurch aus, dass sie auch bei leichter äußerer Einwirkung nicht dislozieren und sie so mithilfe einer äußeren Ruhigstellung (z.B. Gips oder Schiene) bis zur kompletten Frakturheilung in korrekter anatomischer Stellung gehalten werden können. Instabile Frakturen dagegen brauchen zusätzliche Maßnahmen, damit der Bruch bis zur kompletten Konsolidierung in ununterbrochener Ruhigstellung bleibt. Dies kann operativ mittels Osteosyntheseverfahren (z.B. Plattenosteosynthese, Marknagelosteosynthese, Fixateur externe usw.) erreicht werden.

Grundsätzlich weisen als stabil bezeichnete pertrochantäre Frakturen einen schrägen Bruchlinienverlauf vom Trochanter major zum Trochanter minor auf. Dabei bleibt die posteromediale Abstützung intakt, was wiederum bedeutet, dass der Trochanter minor unverletzt sein muss oder allenfalls isoliert abgesprengt sein darf. Dagegen sind die als instabil bezeichneten pertrochantären Frakturen durch ein Fehlen der medialen Abstützung gekennzeichnet, was vornehmlich der Fall bei Mehrfragmentfrakturen mit Beteiligung von Trochanter major und minor ist. Auch die “reversed fracture”, bei der der Bruchspalt umgekehrt wie sonst von distal medial nach proximal lateral verläuft, zählt zu

den instabilen Frakturen [100]. Diese Sonderform der intertrochantären Frakturen zeigt aufgrund des Muskelzugs der lateralen Zuggurtung, des medialen Muskelzugs der Adduktoren sowie der fehlenden medialen Abstützung eine regelmäßige Tendenz zur Dislokation [11].

Die am häufigsten verwendete Fraktureinteilung ist die weltweit verbreitete Klassifikation der AO/ASIF [43, 58], der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, ebenfalls Müller-Klassifikation (nach E. Müller) genannt. Diese findet durch die einheitliche Verwendung von Codes und ihrer zusätzlichen Aussage über Therapie und Prognose zunehmend mehr Anerkennung und Anwendung im klinischen Alltag.
Frakturen des proximalen Femurs, wie die per- und intertrochantären Frakturen gehören dabei zur Körperregion 31. Dabei unterscheidet man zwischen einfachen, stabilen pertrochantären Frakturen mit guter medialer Abstützung der Gruppe A1 sowie instabilen Mehrfragmentfrakturen mit fehlender medialer Abstützung und gänzlich ausgebrochenem Trochanter minor der Gruppe A2. Die intertrochantären Frakturen der Gruppe A3 gehören ebenfalls zu der Gruppe der instabilen Frakturen und weisen zudem eine laterale Kortikalisfrakturierung mit oder ohne Einbeziehung des Trochanter majors auf. Dabei kann die Frakturlinie zwischen einer Linie unterhalb des Trochanter minors bis 3 cm weiter distal davon verlaufen. Ebenfalls zur Gruppe A3 gehören auch die instabilen "reversed fractures".
Die exakte Einteilung der proximalen Femurfrakturen ist durch jeweilige Zuordnung zu einer von insgesamt neun Untergruppen von A 1.1 bis A 3.3 möglich (siehe Abb. 7).
Die Fraktureinteilung der in dieser Studie erfassten Patienten wurde entweder dem Röntgenbericht, dem Operationsbericht oder dem Entlassbrief entnommen. Falls dies aber nicht möglich war, wurden die Frakturen anhand der präoperativen Röntgenaufnahmen erneut klassifiziert.

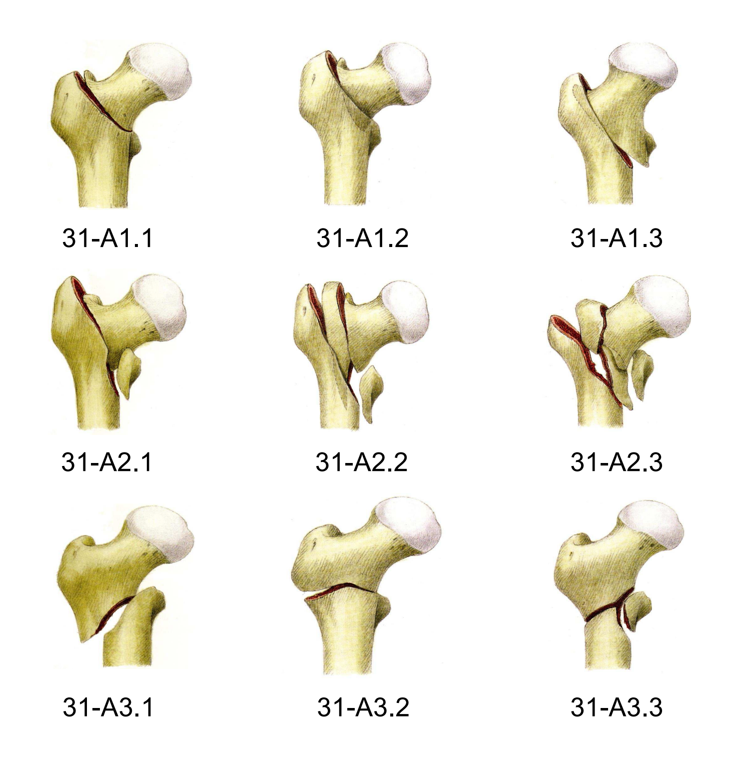


Abb. 7: AO-Klassifikation pertrochantärer Femurfrakturen [37] (AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosyntheseverfahren)

A1: einfache, stabile Fraktur, eine Bruchlinie, gute mediale Abstützung

A2: Mehrfragmentfrakur, Trochanter minor völlig ausgebrochen, die mediale Abstützung fehlt

A3: intertrochantär, instabile Fraktur, Einfach- oder Mehrfragmenfraktur mit subtrochantärem Verlauf, „reversed fracture“

Komorbiditäten:

Aufschluss über die Begleiterkrankungen der Patienten gaben die Entlassbriefe von früheren stationären Aufenthalten am Universitätsklinikum Ulm sowie die Befunde, die im Rahmen früherer klinischer Untersuchungen erhoben wurden. Zusätzliche Informationen wurden auch den entsprechenden Einweisungsschreiben der Hausärzte entnommen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Begleiterkrankungen des Patienten unter folgenden Überbegriffen erfasst:

- **Muskuläre Begleiterkrankungen**: darunter die progressiven Muskeldystrophien (z.B. Muskeldystrophie Duchenne), die neuromuskulären Erkrankungen (z.B. Myasthenia gravis), die nicht-erworbenen, entzündlichen Muskelerkrankungen (z.B. Polymyositis, Dermatomyositis, „Einschlusskörpermyositis“) sowie alle viral und bakteriell bedingten entzündlichen Muskelerkrankungen

- alle Formen des **Diabetes mellitus**
- **Osteoporose**: mit Osteoporosegrad, wenn dokumentiert
- **Kardiale Begleiterkrankungen**: z.B. Herzinsuffizienz, koronare oder valvuläre Herzerkrankungen, Rhythmusstörungen, entzündliche oder kongenitale Herzmuskelerkrankungen sowie Erkrankungen des Endo- und Perikards
- **Vaskuläre Begleiterkrankungen**: z.B. arterielle Hypertonie, alle durch Arteriosklerose bedingten Stenosen, die chronisch venöse Insuffizienz (Varikose) sowie das Vorhandensein von Aneurysmen
- **Respiratorische Begleiterkrankungen:** z.B. die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD), das Asthma bronchiale, interstitielle Lungenerkrankungen, das Schlaf-Apnoe-Syndrom (SAS) sowie alle infektiösen Lungenerkrankungen
- **Neoplastische Begleiterkrankungen**
- **Neurologische Begleiterkrankungen:** Darunter alle Erkrankungen, die das zentrale Nervensystem, demzufolge Gehirn und Rückenmark sowie das periphere Nervensystem betreffen, z.B. degenerative Erkrankungen, Polyneuropathien, Tumoren des Nervensystems, entzündliche Nervenerkrankungen sowie Infarkte und Blutungen
- **Psychiatrische Begleiterkrankungen**: z.B. affektive Störungen (endogene Depression, endogene Manie, Zyklothymie, manisch-depressives Krankheitsbild), Schizophrenie, schizoaffektive Störungen, Persönlichkeitsstörungen, Zwangserkrankungen sowie Suchterkrankungen
- **Systemische Gelenkerkrankungen**: alle autoimmun bedingten, entzündlichen, rheumatischen Erkrankungen, wie z.B. die Psoriasisarthritis, die rheumatoide Arthritis. Vaskulitiden, Kollagenosen und die reaktiven Arthritiden (M. Reiter) sowie Kristallarthropathien (Gicht und Chondrochalzinose)

2.3.1.4 American Society of Anesthesiologists (ASA)-Klassifikation

Die erstmals 1963 von der American Society of Anaesthesiologists eingeführte ASA-Klassifikation dient der präoperativen Risikoabschätzung bei Patienten verglichen mit dem allgemeinen Populationsrisiko. Dabei werden die Patienten anhand ihrer

körperlichen Fitness in sechs verschiedene Gruppen [8] eingeteilt (siehe Tab. 1) und können so entsprechend ihres Risikoprofils beurteilt werden.
Der präoperative Gesundheitszustand ist nachweislich entscheidend für das Narkoserisiko sowie das peri- und postoperative Mortalitätsrisiko. Folglich gibt es so Hinweise dafür, dass der ASA-Grad der Patienten stark mit der perioperativen Morbidität und Letalität einhergeht [90, 98, 105]. Bei den untersuchten Patienten dient diese Einteilung vor allem zur Feststellung des präoperativen Gesundheitszustandes und erleichtert so die Vergleichbarkeit des Patientenkollektivs.
Der ASA-Status bei dieser Studie wurde dem Anästhesie-Protokoll entnommen und dokumentiert.

Tab. 1: Einteilung des präoperativen Gesundheitszustandes des Patienten nach der American Society of Anesthesiologists [8]

ASA-Grad	Gesundheitsstatus
I	Normal gesunder Patient
II	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
III	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
IV	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt
V	Moribunder Patient, der ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird
VI	Hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

2.3.1.5 Todeszeitpunkt und Todesursache

Todeszeitpunkt, das Alter bei Eintritt des Todes sowie die Todesursache wurden den gespeicherten Arztbriefen, den Operationsberichten oder dem Telefoninterview entnommen und dokumentiert. Mithilfe dieser Daten wurde der Zeitraum zwischen Tod und Operation ermittelt, um so eventuell auf einen möglichen Zusammenhang zu schließen.

2.3.2 Erfasste Operationsdaten

2.3.2.1 Operationszeitpunkt nach Aufnahme und Operationsdauer

Der Operationszeitpunkt und die Operationsdauer wurden für diese Studie dem im SAP-System gespeicherten Anästhesieprotokoll entnommen. Aus dem gespeicherten Aufnahmezeitpunkt in der chirurgischen Ambulanz sowie dem Operationszeitpunkt konnte die Dauer zwischen der Aufnahme des Patienten und seiner operativen Versorgung ermittelt werden.

2.3.2.2 Ausbildungsgrad des Operateurs

Der erste Operateur wurde mithilfe des Operationsberichtes erfasst und in folgende Gruppen eingeteilt: Assistenzarzt im ersten bis zum dritten Weiterbildungsjahr, Assistenzarzt im vierten bis zum sechsten Weiterbildungsjahr, Ärzte mit einer abgeschlossenen Facharztausbildung für Unfallchirurgie oder Orthopädie sowie Oberarzt und Chefarzt.

2.3.2.3 Röntgendauer während der Operation

Die Röntgendauer der Operation wird in einer weiteren Maske durch das Pflegepersonal dokumentiert. Dabei sollte neben der Röntgendauer auch das Oberflächendosisprodukt dokumentiert werden. Das Oberflächendosisprodukt wurde meistens jedoch nicht erfasst, so dass lediglich die Dauer der Strahlenemission ausgewertet wurde.

2.3.3 Follow-Up der Patienten

2.3.3.1 Erfassung der Informationen

Im Zeitraum von Januar bis Mai 2011 wurden alle Patienten, bei denen eine kürzere FU-Dauer als ein Jahr oder keine erneute Vorstellung dokumentiert war, telefonisch kontaktiert. Diesbezüglich wurden die Patienten in einem ersten Schritt über die Studie und Vertraulichkeit ihrer Daten aufgeklärt, nach ihrem Einverständnis zum Telefoninterview gebeten und schließlich mittels standardisierten Fragebögen (siehe Anhang 1) befragt. Waren die Patienten nicht persönlich erreichbar, wurde über die Verwandten, das zuständige Pflegepersonal in den Altersheimen und die angegebenen Hausärzte versucht, die erforderlichen Informationen zu erhalten. Die Kontaktierten hatten zudem die Möglichkeit, einen schriftlichen Fragebogen, der sie zu ihrer Mobilität sowie den derzeitigen Schmerzen befragte, zugeschickt zu bekommen. Diese Möglichkeiten nahmen vor allem die Direktionen der einzelnen Pflegeheime in Anspruch, da sie sich erst nach dem Einverständnis der betroffenen Personen oder derer Verwandten erkundigen mussten. Abschließend wurden die Angaben der Patienten erfasst und dokumentiert.

2.3.3.2 Merlé d'Aubigné-Score

Es kam ein standardisierter, modifizierter Fragebogen zur Anwendung. Da eine klinische Untersuchung des operierten Beines nicht durchführbar war, wurde die Funktion des operierten Beines mittels eines modifizierten Scores nach Merlé d'Aubigné [56] erhoben (siehe Tab. 2). In der Kategorie Schmerz und Gehfähigkeit konnten jeweils sechs Punkte vergeben werden, so dass durch Addition ein maximales Ergebnis von zwölf Punkten erreicht werden konnte. Die Summe beider Kategorien ergibt eine relative Aussage zur Funktion des operierten Beines und hilft somit das jeweilige Operationsergebnis standardisiert zu erfassen und zu dokumentieren.

Das Ergebnis wurde dann zur Vereinfachung nach dem deutschen Schulnotensystem in sechs Gruppen aufgeteilt von „ungenügend“ bis „sehr gut“.

Tab. 2: Modifizierter Score nach Merlé d'Aubigné, der bei der Telefonbefragung der Patienten ohne komplettes Akten-FU zur Standardisierung der gewonnenen Informationen bei der Studie zum Outcome des Proximalen Femurnagels im Universitätsklinikum Ulm benutzt wurde (FU: Follow-Up)

Merkmal	**Grad**
Schmerz	0 = intensiv und dauerhaft 1 = sehr stark, auch über die Nacht 2 = stark beim Gehen mit Behinderung der Aktivität 3 = erträglich mit Einschränkung der Aktivität 4 = gering beim Gehen, schmerzlos in Ruhe 5 = gering und inkonstant, normale Aktivität möglich 6 = kein Schmerz
Gehfähigkeit	0 = immobil 1 = nur mit 2 Gehstützen 2 = nur mit 2 Gehstöcken 3 = mit 1 Gehstock, weniger als 1 Stunde ; sehr schwierig ohne Gehhilfe 4 = lange Gehstrecke Stock nötig ; kurze Strecke ohne Stütze möglich 5 = ohne Gehhilfe, aber leichtes Hinken 6 = normale Gehfähigkeit
Ergebnis	**Summe aus Schmerzgrad und Gehfähigkeit**
	< 7 = ungenügend 7 = mangelhaft 8 = ausreichend 9 = befriedigend 10 = gut 11 – 12 = sehr gut

2.3.4 Bestimmung der technischen Schwierigkeiten und Komplikationen

2.3.4.1 Intraoperative Komplikationen

Zu den allgemeinen intraoperativen Komplikationen wurden Gefäßverletzungen, Blutungen und Nervenverletzungen gezählt. Zu den speziellen intraoperativen Komplikationen wurden technische Schwierigkeiten sowie implantatspezifische Komplikationen gerechnet. Technische Schwierigkeiten können eine schwierige Reposition darstellen. Dabei wird von Zeit zu Zeit eine offene Reposition, eventuell zusammen mit dem Vorlegen einer Drahtcerclage, nötig. Auch beim Aufbohren des Markraums kann es zu Schwierigkeiten, wie die Dislokation der einzelnen Frakturfragmente, kommen. Die Wahl eines zu großen Marknageldurchmessers kann zu einer iatrogenen distalen Schaftfraktur führen. Des Weiteren können mehrfach distale Fehlbohrungen oder eine zu heftige Manipulation beim Einbringen des Marknagels Frakturen distal der Nagelspitze zur Folge haben. Beim Einbringen der Helixschraube kann die Wahl einer zu langen Schraube eine Perforation des Hüftkopfs verursachen. Eine weitere intraoperative Komplikation kann ein unzureichender Halt der Schenkelhalsschraube im Kopf-Hals-Fragment, bedingt durch Fehlbohrungen oder extreme Osteoporose, sein und muss eventuell mit einem intraoperativen Verfahrenswechsel umgangen werden. Ein unzureichender Halt aufgrund einer Osteoporose kann die distale Verriegelung ebenfalls erschweren.
Bei dieser Studie wurden dem Operationsbericht alle intraoperativen Schwierigkeiten entnommen und dokumentiert.

2.3.4.2 Postoperative Komplikationen

Allgemeine postoperative Komplikationen

Zu den allgemein postoperativen Komplikationen gehören alle Komplikationen, die nach jedem operativen Eingriff in Erscheinung treten können und als therapiepflichtig gelten. Dazu gehören kardiale (z.B. Rhythmusstörungen, Myokardinfarkt), pulmonale (z.B. Pneumonie), thromboembolische (z.B. Thrombose, Lungenembolie) sowie renale (z.B. Niereninsuffizienz) Komplikationen. Dazu gehören auch alle therapiepflichtigen

Harnwegsinfekte und hohen operativen Blutverluste mit daraus folgenden Anämien. Schlussendlich wurden auch alle postoperativ entstandenen Lymphödeme und Dekubiti erfasst und dokumentiert.

Spezifische postoperative Komplikationen

In dieser Gruppe wurden alle Komplikationen erfasst, die sich aufgrund der Fraktur ergeben und nicht direkt durch das Osteosynthesematerial selbst verursacht wurden. Dazu zählen Sensibilitätsstörungen, Bewegungsschmerzen, Beinverkürzungen, Mobilisationsschwierigkeiten des Patienten, eine verzögerte Frakturheilung und Pseudoarthrosen sowie die postoperative Dislokation der Knochenfragmente.

Mechanische Komplikationen

Diese Gruppe umfasst alle Komplikationen, die spezifisch das eingesetzte Material, ergo den PFNA betreffen. Darunter wurden hier Dislokationen der Helixklinge oder der Verriegelungsschrauben, Materialbrüche und Cut outs subsumiert.

Bei der Klingendislokation handelt es sich um ein laterales Herausluxieren der Helixklinge, zum Beispiel im Rahmen einer Lockerung des Implantats. Dies kann vor allem bei Knochensinterung, bei sekundärer Frakturverkürzung oder bei falscher Positionierung operativ (z.B. Klingenüberstand) auftreten. Dabei kommt es durch das laterale Überstehen der Helixklinge zu einer Irritation des Tractus iliotibialis. Erfahrungsgemäß klagen die Patienten anschließend über Schmerzen im Bereich des lateralen Oberschenkels. Im Extremfall kann die Klinge durch die Haut tastbar sein. (siehe Abb. 8a und b)

a 

b 

Abb. 8a und b: Röntgenaufnahme direkt nach der Operation mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation und 2 Wochen später mit einer Klingendislokation (98-jähriger Patient aus dem eigenen Patientenkollektiv)

Beim Cut out handelt es sich um das Durchschneiden der Helixklinge durch Spongiosa und Kortikalis in Richtung des Hüftgelenks. In einem solchen Fall muss der PFNA operativ entfernt werden und wird meistens durch eine Endoprothese (z.B. Duokopfprothese) ersetzt. (siehe Abb. 9a und b)

a 

b 

Abb. 9a und b: Röntgenaufnahme eines Cut outs mit Penetration in das Hüftgelenk (80-jährige Patientin aus dem eigenen Patientenkollektiv)

Eine seltene mechanische Komplikation stellt der Materialbruch dar. In aller Regel ist eine starke Krafteinwirkung wie bei einem erneutem Sturz auf die operierte Seite erforderlich. Auch Materialfehler müssen beachtet werden. (siehe Abb. 10 a und b).

a 

b 

Abb. 10a und b: Röntgenaufnahme postoperativ und nach Implantatbruch aufgrund von osteolytischen Metastasen im Rahmen eines Mamma-Karzinoms (64-jährige Patientin aus dem eigenen Patientenkollektiv)

Eine weitere postoperative, mechanische Komplikation stellt die Dislokation der distalen Verriegelungsschrauben dar (siehe Abb. 11).



Abb. 11: Röntgenaufnahme eines Proximalen Femurnagels Antirotation mit dislozierten distalen Verriegelungsschrauben (67-jähriger Patient aus dem eigenen Patientenkollektiv)

Des Weiteren gehören zu den möglichen postoperativen mechanischen Komplikationen einerseits die Fehllage des PFNA (z.B. Klingenüberstand), wodurch eine Klingendislokation begünstigt wird, sowie die falsche Wahl des PFNA-Modells (z.B. ein zu langer Nagel).

2.4 Statistik

Die Datenerfassung und -auswertung sowie die grafische Darstellung der folgenden deskriptiven Statistik erfolgte mittels des Programmes Microsoft® Excel® (Version 2008). Dabei wurden für die erhobenen Daten, die ein Kardinalskalenniveau darstellten, das Minimum, das Maximum, der Median und das arithmetische Mittel berechnet. Als Streumaß wurde zusätzlich die Standardabweichung berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Erfasste Patientendaten

3.1.1 Geschlechts- und Altersverteilung

Im Universitätsklinikum Ulm wurde im Zeitraum vom 01. Dezember 2004 bis zum 31. Dezember 2009 die intramedulläre Versorgung mittels PFNA insgesamt 437-mal durchgeführt. Dabei war im Beobachtungszeitraum bei zehn Patienten ein beidseitiges Vorgehen erforderlich. Insgesamt fand sich eine deutliche Bevorzugung des weiblichen Geschlechts mit 300 Frauen (69 %) und 137 Männer (31 %) vor (siehe Abb. 12).

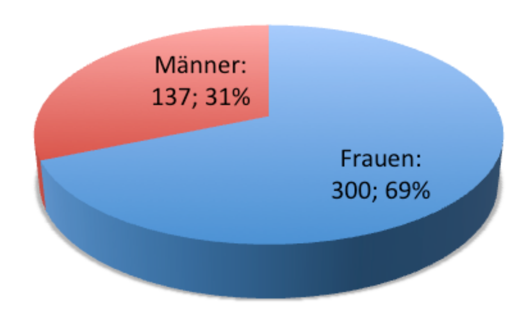


Abb. 12: Geschlechtsverteilung des Gesamtkollektivs (n=437), das mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Dezember 2004 bis Dezember 2009 operiert wurde; Angaben jeweils als absolute Zahl und in Prozent

Das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs lag bei 78,2 ± 14,7 (19; 103) Jahren. Den größten Anteil machten die Patienten der Gruppe der 80 bis 89Jährigen aus, eine detaillierte Übersicht ist in Abbildung 13 dargestellt.

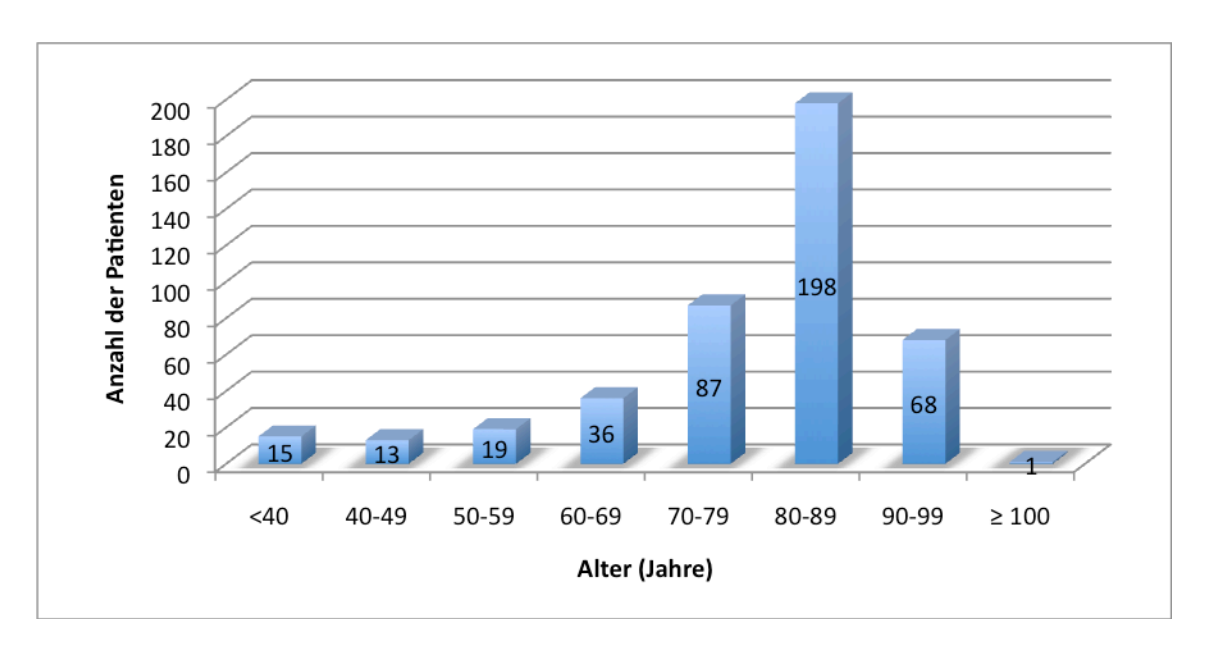


Abb. 13: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=437), das mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Dezember 2004 bis Dezember 2009 versorgt wurde; Angaben der jeweils absoluten Anzahl von Patienten

Diese Altersverteilung zeigte sich geschlechtsunabhängig (siehe Abb. 14).

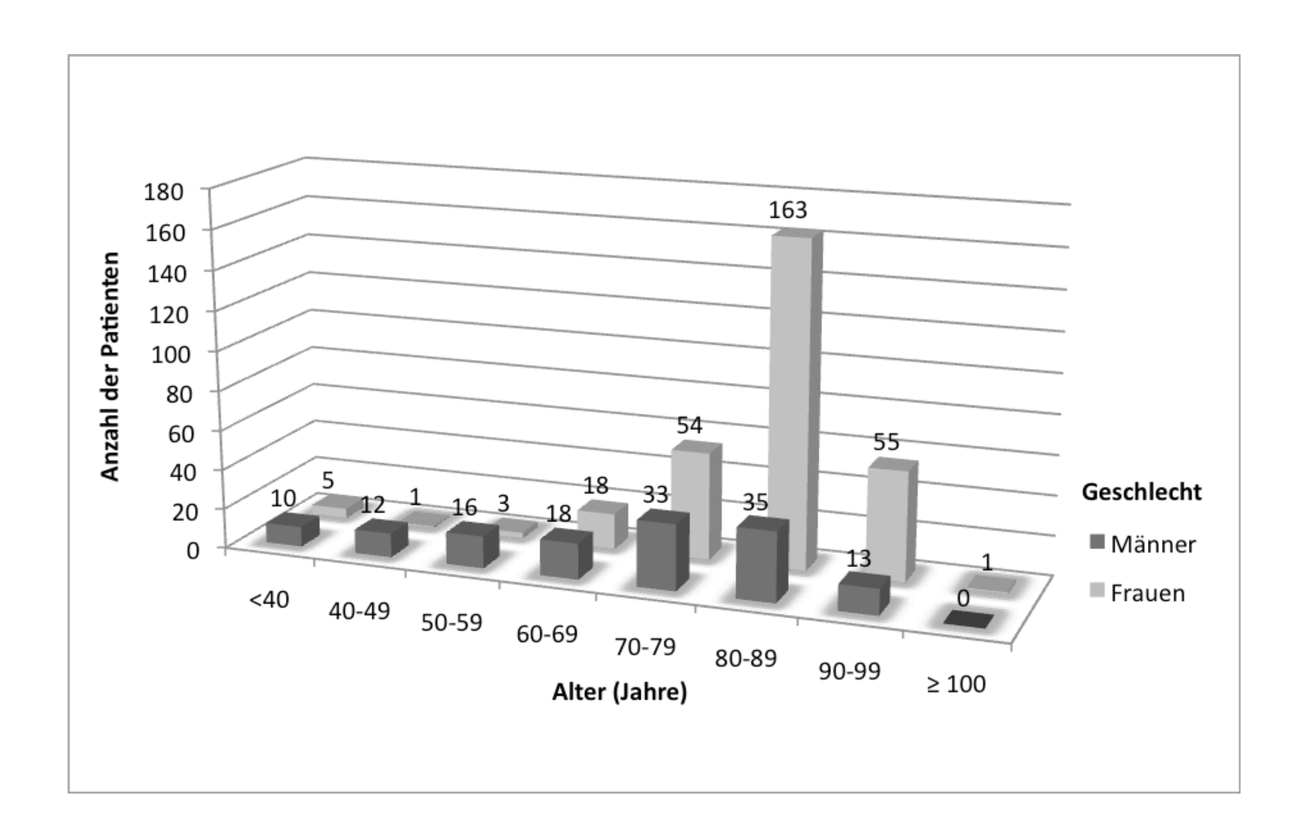


Abb. 14: Altersverteilung des Gesamtkollektivs (n=437), das mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Dezember 2004 bis Dezember 2009 versorgt wurde, aufgeteilt nach Geschlecht; Angaben der jeweils absoluten Patientenanzahl

3.1.2 Aufenthaltsdauer

Der stationäre Aufenthalt des Patientenkollektivs in der chirurgischen Abteilung dauerte durchschnittlich 12 Tage ± 6 Tage (1; 50). Die durchschnittliche Dauer des Aufenthalts lag über den verschiedenen Beobachtungsjahren konstant bei zwölf Tagen.

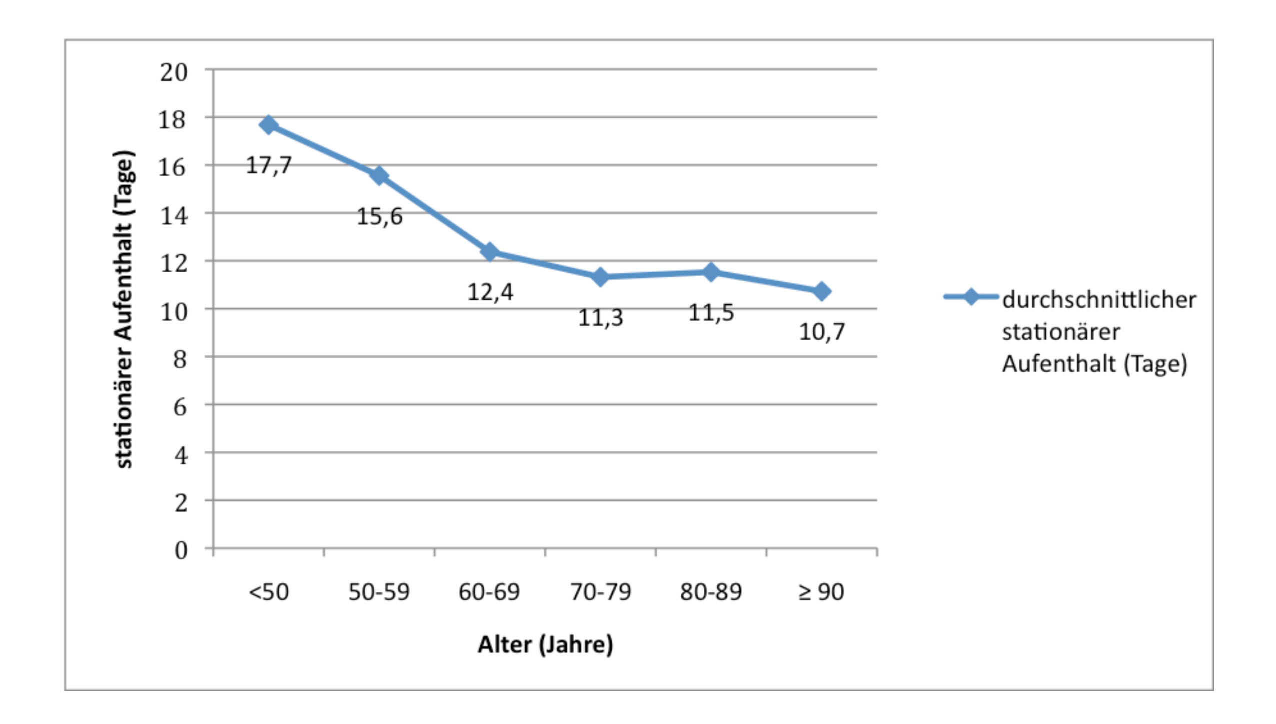


Abb. 15: Durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer der verschiedenen Altersgruppen mit intramedullärer Versorgung mittels Proximalen Femurnagels Antirotation (Universitätsklinikum Ulm Dezember 2004 bis Dezember 2009); bezieht sich auf das Gesamtkollektiv (n=437)

3.1.3 Komorbiditäten

Insgesamt 389 Patienten, also 89 Prozent des Gesamtkollektivs (n= 437), litten unter einer oder multiplen Begleiterkrankungen. Den Großteil davon machten vor allem kardiovaskuläre und neurologische Erkrankungen aus. Nur 39 Patienten, demzufolge 9 Prozent des Gesamtkollektivs galten zum Zeitpunkt der Operation als vollkommen gesund.

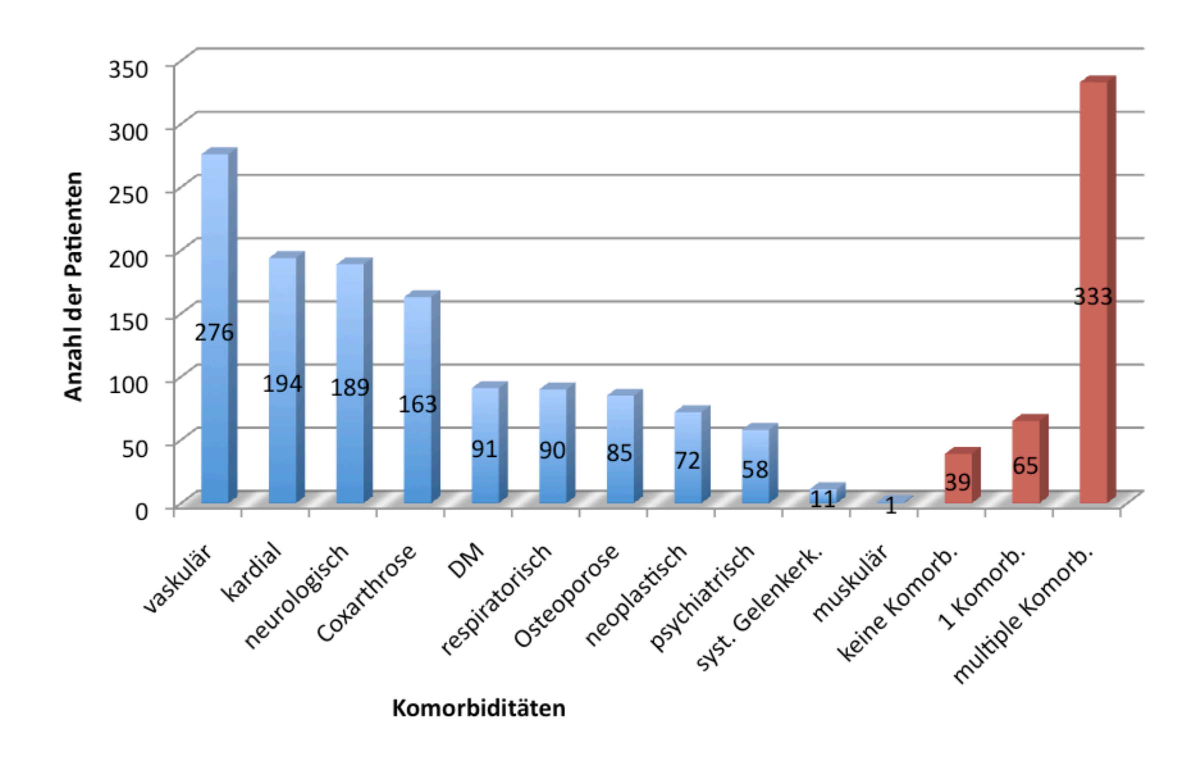


Abb. 16: Verteilung der Komorbiditäten im Gesamtkollektiv (n=437), das mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Uniklinikum Ulm von Dezember 2004 bis Dezember 2009 operiert wurde; Angaben der jeweils absoluten Patientenzahl; (DM: Diabetes mellitus; syst. Gelenkerk.: systemische Gelenkerkrankung; Komorb.: Komorbidität)

Zum Zeitpunkt der Operation wiesen 276 (63,2 % aller Patienten) Patienten vaskuläre Begleiterkrankungen auf, wobei die arterielle Hypertonie mit Abstand die häufigste Erkrankung darunter darstellte. 194 (44,4 % aller Patienten) festgestellte Begleiterkrankungen waren kardialen und 189 (43,2 % aller Patienten) neurologischen Ursprungs (Abb. 16).

3.1.4 American Society of Anesthesiologists (ASA)-Klassifikation

Der größte Anteil mit insgesamt 333 Patienten (76 %) des Gesamtkollektivs (n= 437) wurden dem ASA-Stadium 3 zugeteilt. Eine genaue Aufschlüsselung ist der Abbildung 17 zu entnehmen.

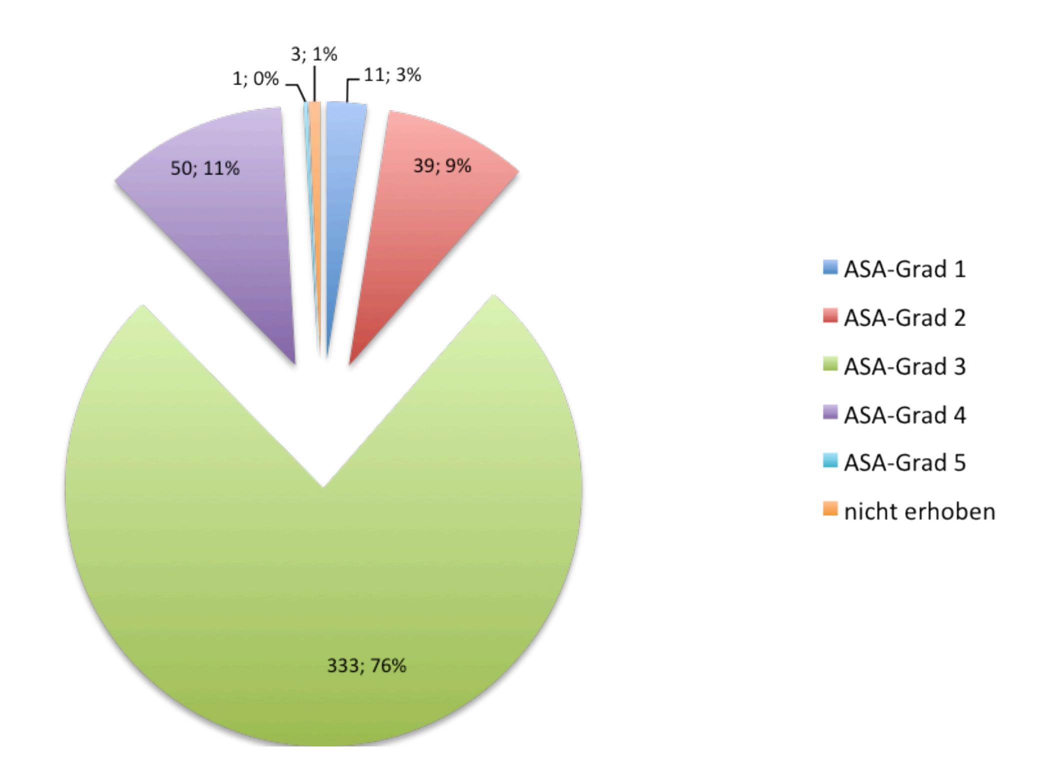


Abb. 17: Einteilung der Patienten nach ASA-Klassifikation, die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Ulm versorgt wurden (n=437); Angaben jeweils als absolute Zahl und in Prozent; (ASA: American Society of Anesthesiologists)

3.1.5 Unfallmechanismus und Begleitverletzungen

Frakturursache

In 419 (96 %) Fällen wurde die operative Versorgung mittels PFNA bei Frakturen, die durch ein Trauma verursacht wurden, durchgeführt. Insgesamt hatten 14 (3 %) Frakturen eine pathologische Ursache im Rahmen osteolytischer Knochenmetastasen. In den restlichen vier Fällen (1 %) wurde der PFNA-Nagel aus prophylaktischen Gründen bei drohender Fraktur durch osteolytische Knochenmetastasen, eingesetzt (siehe Abb. 18).

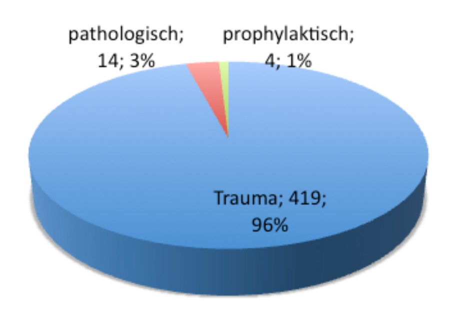


Abb. 18: Verteilung der unterschiedlichen Frakturursachen (n=437), die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 im Uniklinikum Ulm mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation versorgt wurden; Angaben der jeweils absoluten Zahl und in Prozent

Begleitfrakturen

Insgesamt lagen 389 (89,0 %) der Frakturen isoliert und 33 (7,6 %) mit Begleitfrakturen vor. Darunter handelte es sich in 13 Fällen um eine ipsilaterale distale Radiusfraktur, in neun Fällen um eine ipsilaterale subkapsuläre Humerusfraktur und in drei Fällen um eine ipsilaterale Femurschaftfraktur. Von den insgesamt 437 erfassten PFNA-Operationen wurden 15 (3,4%) im Rahmen eines Polytraumas durchgeführt.

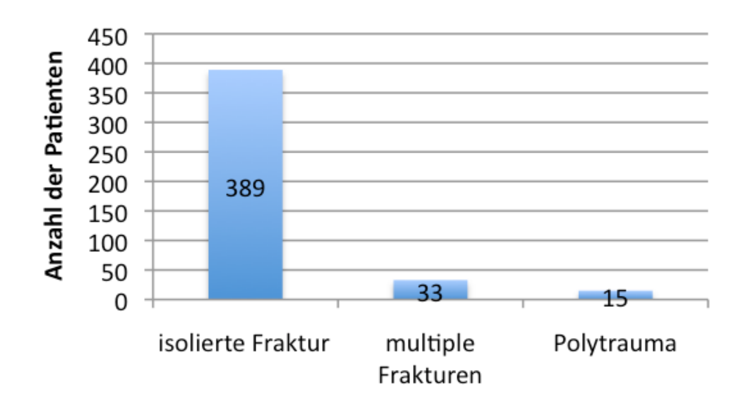


Abb. 19: Anzahl der isolierten und multiplen vorliegenden Frakturen sowie Polytraumata, die im Universitätsklinikum Ulm mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation von Dezember 2004 bis Dezember 2009 versorgt werden mussten; Angaben der jeweils absoluten Patientenzahl

Weichteilschäden, Gefäße- und Nervenschäden

Im Gesamtkollektiv konnte keine offene Verletzung dokumentiert werden. Es lagen auch keine präoperativen Gefäß- oder Nervenschäden vor.

Frakturklassifikation

Mithilfe der jeweiligen Patientenakte konnten 94 Prozent (409 von 437) der Frakturen klassifiziert werden. In den restlichen 28 Fällen konnten 24 (5 %) Frakturen aufgrund von fehlenden Daten nicht eingeteilt werden und in vier (1 %) Fällen lag keine Fraktur vor da der PFNA hier zur Frakturprophylaxe zum Einsatz kam.

In den meisten Fällen (97 %) lag eine per- oder intertrochantäre Fraktur (31-A1, 31-A2 oder 31-A3) vor. Eine genaue Aufschlüsselung ist der Abbildung 20 zu entnehmen.

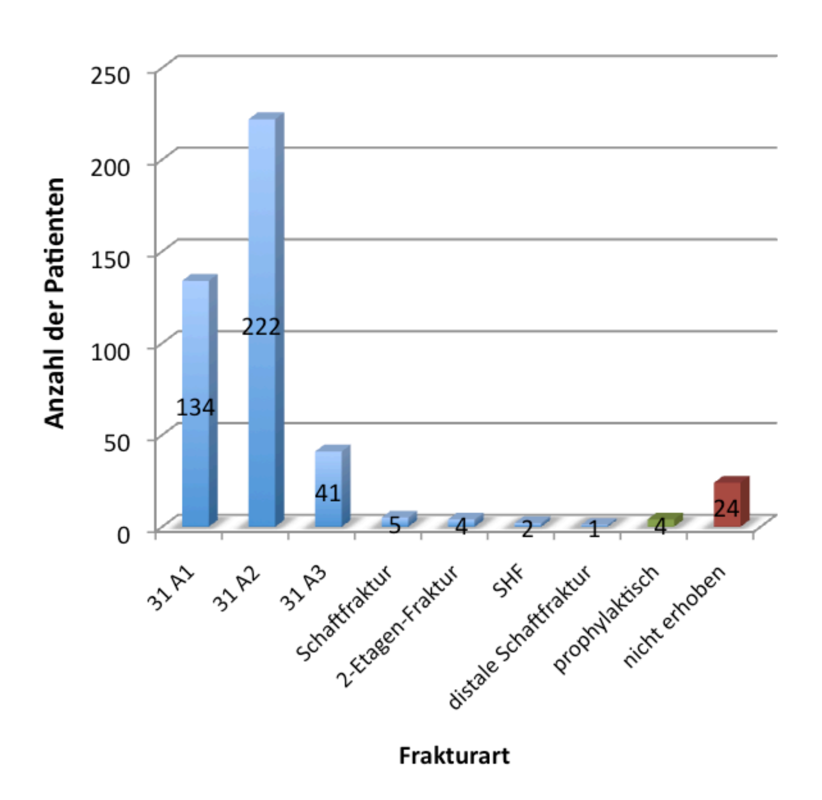


Abb. 20: Verteilung der verschiedenen Frakturarten, die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm versorgt werden mussten (n=437); Angaben der absoluten Fallzahlen; (SHF: Schenkelhalsfraktur; prophylaktisch: prophylaktische Verwendung des Proximalen Femurnagels Antirotation)

Seitenvergleich

Die linke Seite war mit 235 (54%) Fällen öfter betroffen als die rechte Seite (siehe Abb. 21).

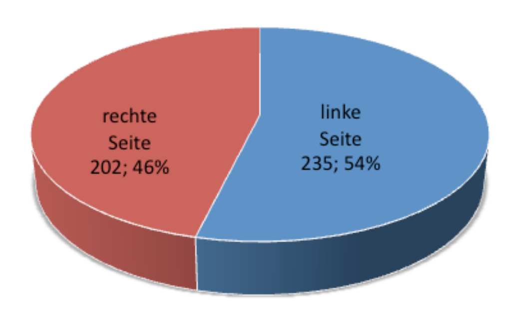


Abb. 21: Anzahl der jeweils betroffenen Seite, die mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation von Ende 2004 bis 2009 im Universitätsklinikum versorgt werden musste; Angaben der jeweils absoluten Zahl und in Prozent; n=437

3.1.6 Todeszeitpunkt und Todesursache

Bei der Nachuntersuchung (mittels Akte und Telefoninterview) konnte bei 255 Patienten ermittelt werden, ob sie zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch am Leben waren oder nicht. Es ergab sich, dass von insgesamt 255 Patienten genau 121 (47,5 %) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits verstorben waren. Dagegen waren 134 (52,5 %) zu diesem Zeitpunkt noch am Leben. Bei den restlichen 182 (41,6%) Patienten war es nicht möglich, diese Informationen zurückzuverfolgen (siehe Abb. 22).

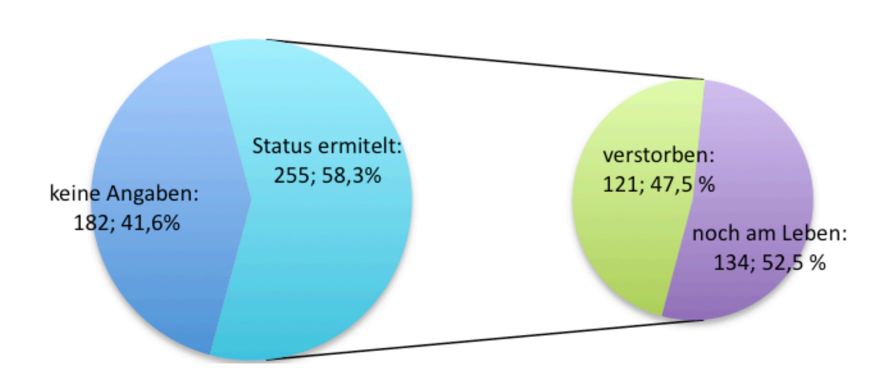


Abb. 22: Anteil der Verstorbenen von all den Patienten, die mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation versorgt wurden (Dezember 2004 bis Dezember 2009) und bei denen eine Follow-Up von mindestens einem Jahr mittels Telefoninterview oder Patientenakte möglich war (n=255); Angaben in absoluter Zahl und in Prozent

Noch während des stationären Aufenthalts verstarben insgesamt 15 Patienten (Minimum ein Tag postoperativ, Maximum 74 Tage postoperativ).
Die Abbildung 23 zeigt die grafische Darstellung der Verteilung zwischen Verstorbenen und noch Lebenden aufgeteilt auf die jeweilige Altersgruppe.

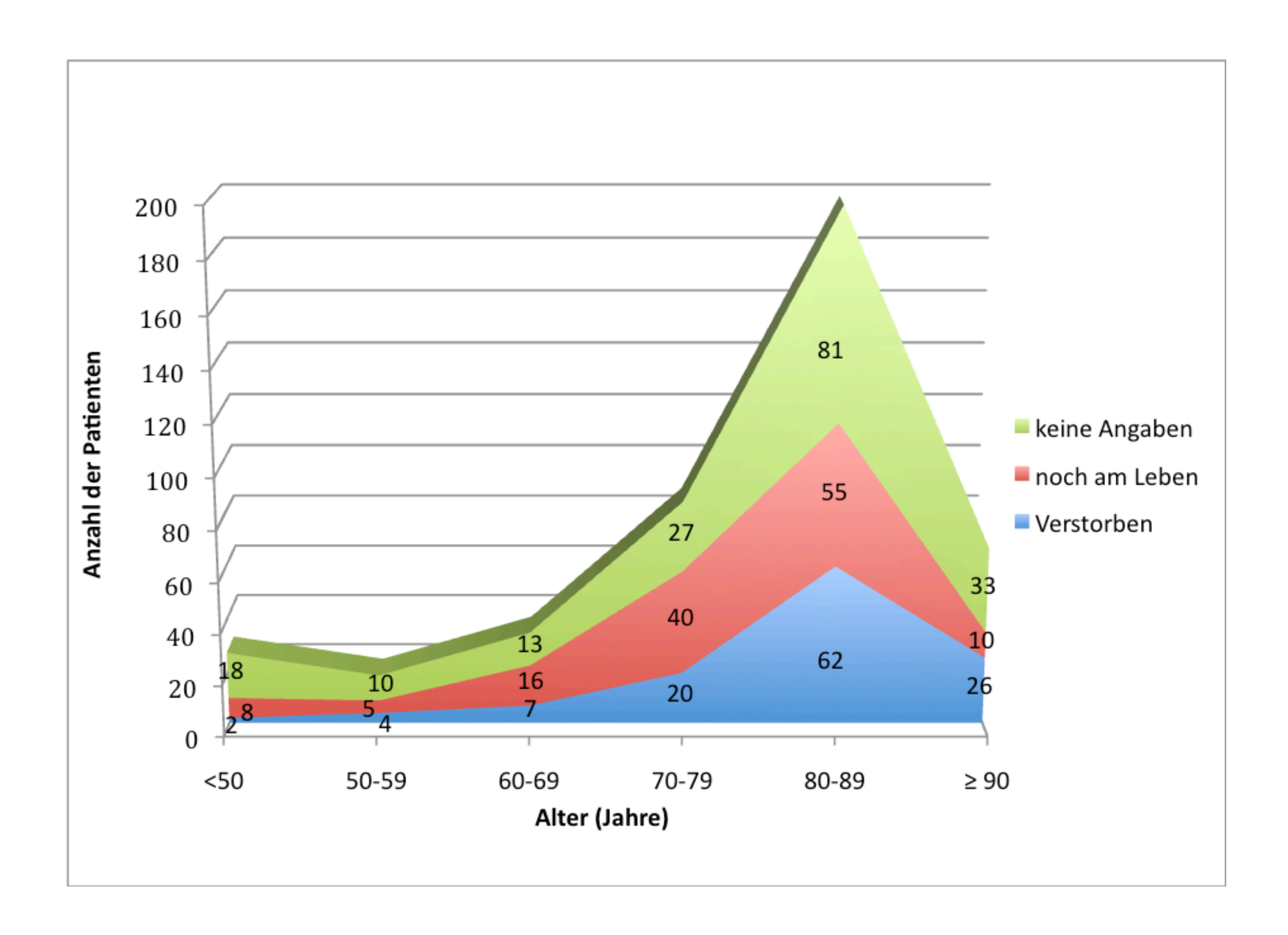


Abb. 23: Anzahl der Verstorbenen und noch Lebenden aufgeteilt auf die verschiedenen Altersgruppen von allen Patienten, die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 in Ulm mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation versorgt wurden; n=437

Das Durchschnittsalter der 121 verstorbenen Patienten betrug 84,4 ± 10 Jahre (45; 99). Die verstorbenen Patienten wurden anhand des Geschlechts und der im Follow-Up erhobenen postoperativen Überlebensdauer in verschiedene Gruppen aufgeteilt (siehe Tabelle 3 und Abbildung 24). Dabei zeigte sich, dass die Mehrzahl der Patienten innerhalb des ersten postoperativen Jahres verstarb.

Tab. 3: Aufteilung nach Geschlecht der Patienten, die zu einem bestimmten Zeitpunkt postoperativ verstarben. Prozentzahl bezogen auf alle Patienten, die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation versorgt wurden und bei denen der Status ermittelt werden konnte (n=255); (post-op: postoperativ)

Todeszeitpunkt postoperativ	***Frauen***	***Männer***	***Frauen + Männer***
< 1 Monat post-op	8 (3,1 %)	5 (2,0 %)	13 (5,1 %)
1-6 Monate post-op	14 (5,5 %)	15 (5,9 %)	29 (11,4 %)
6-12 Monate post-op	8 (3,1 %)	5 (2,0 %)	13 (5,1 %)
Im 2. Jahr post-op	22 (8,6 %)	7 (2,7 %)	29 (11,4 %)
Im 3. Jahr post-op	9 (3,5 %)	7 (2,7 %)	16 (6,3 %)
Im 4. Jahre post-op	10 (3,9 %)	3 (1,2 %)	13 (5,1 %)
Im 5. Jahre post-op	7 (2,7 %)	0 (0 %)	7 (2,7 %)
Nach 5 Jahren post-op	1 (0,4 %)	0 (0 %)	1 (0,4 %)

Die 1-Jahres-Mortalität in unserem Patientenkollektiv lag bei 21,6 Prozent. Die Abbildung 24 zeigt den jährlichen Verlauf des relativen Anteils der Verstorbenen an die Anzahl der noch lebenden Patienten.

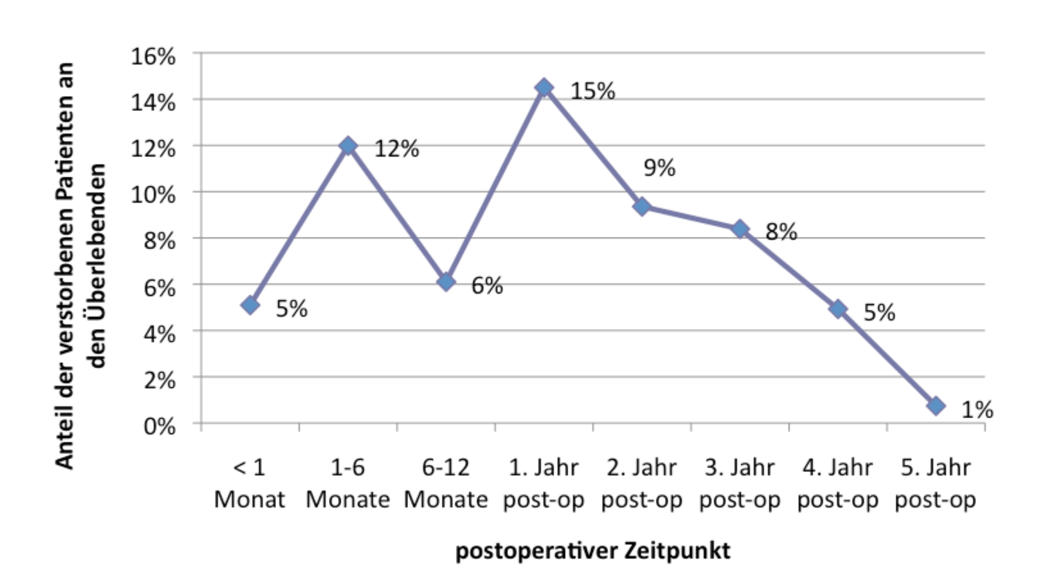


Abb. 24: Anteil der jerweils verstorbenen Patienten an den Überlebenden pro spezifischer postoperativer Zeitraum in Prozent, bezogen auf alle Patienten, die von Dezember 2004 bis Dezember 2009 mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation versorgt wurden (n=255); (post-op: postoperativ)

Diese 255 Patienten wurden auch entsprechend ihres Alters und ihrer postoperativen Überlebensdauer eingeteilt. Dabei zeigte sich in der Nachbeobachtungszeit die in Abbildung 25 grafisch dargestellte, kumulative Mortalität.

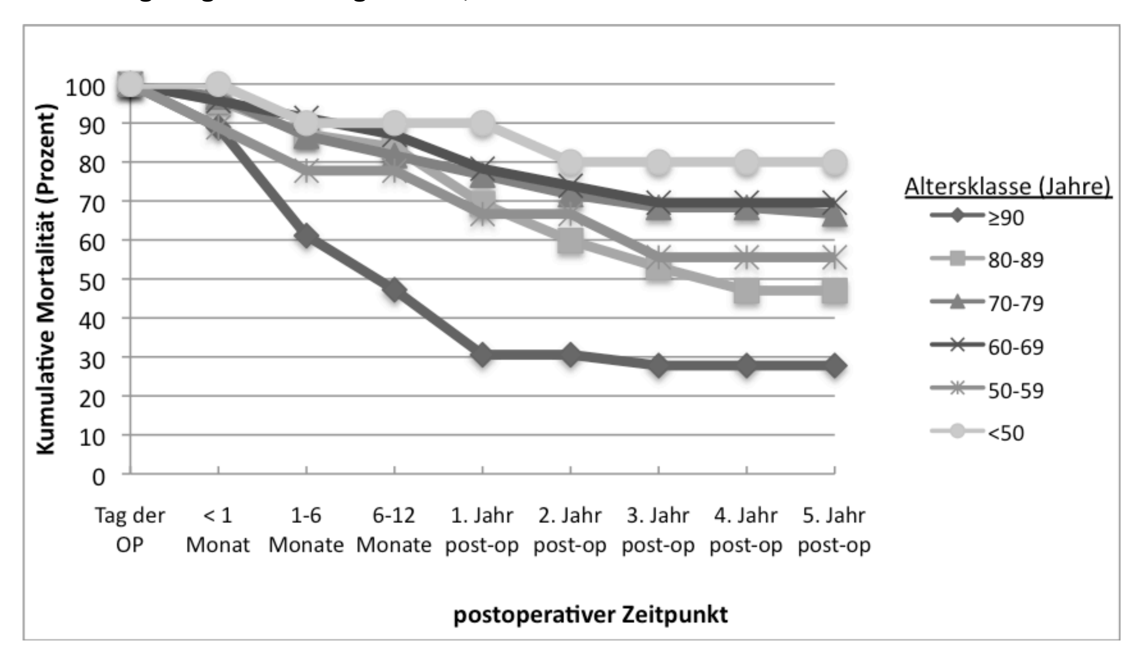


Abb. 25: Postoperative Mortalität von Patienten, die mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Uniklinikum Ulm operiert wurden, über einen beobachteten Zeitraum von fünf Jahren (Dezember 2004 bis Dezember 2009) in Abhängigkeit der jeweiligen Altersgruppe; n=255; (post-op: postoperativ)

Soweit eruierbar, starb die Mehrzahl (69 Patienten) der Patienten an einem natürlichen, altersbedingten Tod (siehe Abb. 26).

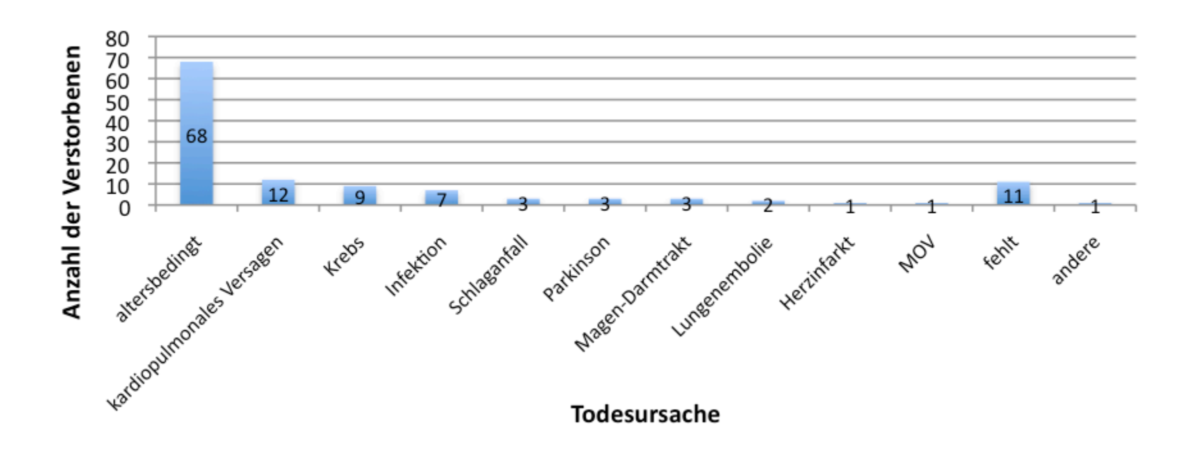


Abb. 26: Unterschiedliche Todesursachen der Patienten, die mittels Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Ende 2004 bis Ende 2009 operiert wurden (n=121); (MOV: Multiorganversagen)

3.2 Operationsdaten

3.2.1 Zeitliche Entwicklung des PFNA-Gebrauchs

Über den gesamten Untersuchungszeitraum zeigte sich eine konstante Zunahme der durchgeführten Eingriffe mit dem PFNA. In den beiden letzten Jahren scheint eine Plateauphase erreicht worden zu sein (siehe Abb. 27).

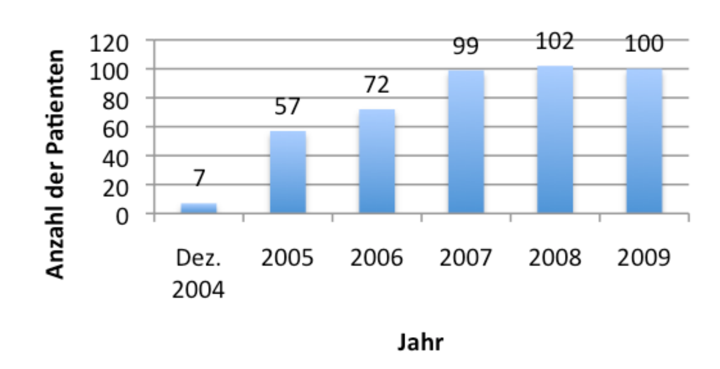


Abb. 27: Anzahl der Operationen mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation pro Jahr im Universitätsklinikum Ulm, wobei im Jahr 2004 nur der Monat Dezember berücksichtigt wurde (n=437); (Dez.: Dezember)

3.2.2 Operationszeitpunkt nach Aufnahme

Die Dauer zwischen der Aufnahme des Patienten in der chirurgischen Ambulanz und dem Anfang der Operation wurde in drei verschiedene Gruppen aufgeteilt:

Gruppe 1: präoperative Dauer kürzer als 6 Stunden

Gruppe 2: präoperative Dauer zwischen 6 und 24 Stunden

Gruppe 3: präoperative Dauer länger als 24 Stunden

In die erste Gruppe wurden 185 (43 %) Patienten eingeteilt. Die Gruppe 2 enthält 197 (45 %) und in der Gruppe 3 befinden sich 51 (12 %) Patienten. Die vier Patienten, bei denen der PFNA prophylaktisch zum Einsatz kam, wurden bei dieser Einteilung nicht berücksichtigt.

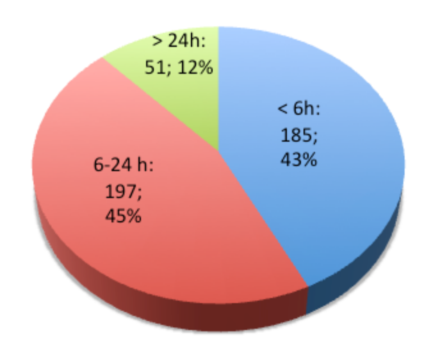


Abb. 28: Präoperative Verweildauer der mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Ulm operierten Patienten von Ende 2004 bis 2009; n=433; Angaben in absoluter Zahl und in Prozent

Diese drei verschiedenen Gruppen wurden erneut mittels des jeweiligen ASA-Grads unterteilt, um so einen möglichen Zusammenhang zwischen dem ASA-Grad und der präoperativen Dauer zu ermitteln (siehe Abb. 29).

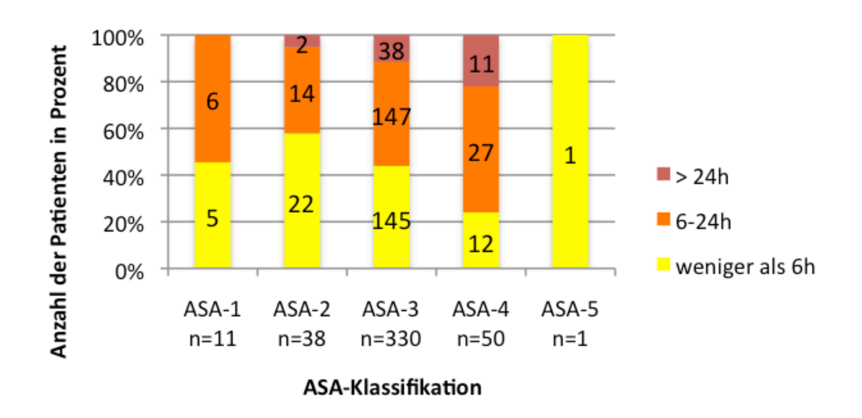


Abb. 29: Präoperative Dauer in Abhängigkeit der ASA-Klassifikation bei den in Ulm mit dem Proximal Femurnagel Antirotation versorgten Patienten von Ende 2004 bis 2009 (n=430); (ASA: American Society of Anesthesiologists)

3.2.3 Ausbildungsgrad des Operateurs

Die meisten operativen Versorgungen mittels PFNA wurden in dem beschriebenen Zeitraum von Oberärzten (insgesamt 202 Operationen) und Fachärzten (181 Operationen) durchgeführt. Aber auch fortgeschrittene Assistenzärzte im vierten bis zum sechsten

Ausbildungsjahr führten in dem beobachteten Zeitraum 25 Operationen unter Anleitung durch. Bei drei Operationen konnte der Grad des Chirurgen nicht festgestellt werden.

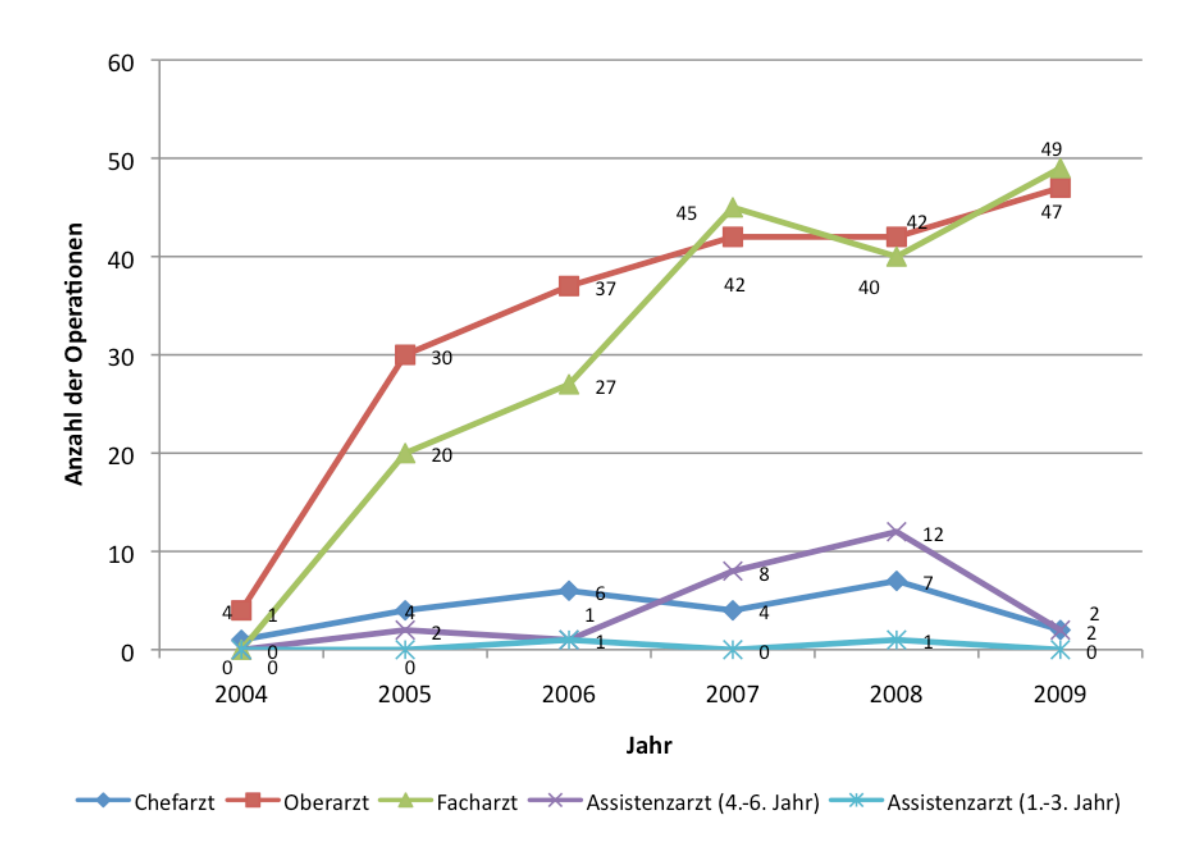


Abb. 30: Anzahl der Operationen (Ende 2004 bis 2009) mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Bezug zum Ausbildungsgrad des Operateurs im Universitätsklinikum Ulm (n=437)

3.2.4 OP- und Röntgendauer

Bei der Betrachtung der Operationsdauer wurden ausschließlich die isoliert auftretenden proximalen Femurfrakturen berücksichtigt. Die durchschnittliche Operationszeit der 15 Polytraumata mit komplexen Versorgungen betrug 147,6 Minuten. Diese 15 Fälle wurden jedoch nicht in die Berechnung des Gesamtmittelwertes miteinbezogen. Dabei findet sich im Gesamtkollektiv ein Mittelwert von 52 Minuten ± 31 Minuten (14; 225). Eine Aufteilung der durchschnittlichen Operations- sowie Röntgendauer nach Frakturklassifikation zeigt die folgende Tabelle 4.

Tab. 4: Durchschnittliche Operations- und Röntgendauer für verschiedene Frakturarten, die mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Ende 2004 bis 2009 versorgt wurden

Frakturklassifikation	Anzahl	Operationsdauer (Minuten)	Röntgendauer (Minuten)
31 A1	134	49,8	1,65
31 A2	222	51,4	1,65
31 A3	41	60,3	2,52
Schaftfraktur	5	138,8	3,07
2-Etagen	4	77,7	4,07
prophylaktisch	4	46,8	3,05
Polytrauma	15	147,6	3,9

Die durchschnittliche Operationsdauer veränderte sich nicht signifikant mit dem Ausbildungsgrad des Operateurs. Die Ausnahme dabei bildeten jedoch zwei Operationen, die von Assistenzärzten aus dem ersten bis dritten Ausbildungsjahr unter der Aufsicht eines Oberarztes oder Facharztes durchgeführt wurden (siehe Tabelle 5).

Tab. 5: Durchschnittliche Operations- und Röntgendauer bei der Versorgung mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Abhängigkeit des jeweiligen Grades des Operateurs im Universitätsklinikum Ulm (Ende 2004 bis 2009); (OPs=Operationen)

Grad des Operateurs	Anzahl der OPs	Operationsdauer (Minuten)	Röntgendauer (Minuten)
Chefarzt	24	41,5	1,99
Oberarzt	202	57,0	1,96
Facharzt	181	48,5	1,52
Assistenzarzt (4.-6. Jahr)	25	47,9	1,66
Assistenzarzt (1.-3. Jahr)	2	133,5	2,1

Die Röntgendauer während der Operation konnte für 360 Fälle erfasst werden und betrug 1,78 ± 1,52 Minuten (0,1; 9,8).

Dabei betrug die durchschnittliche Röntgenbestrahlung der Operationen, die von Chefärzten durchgeführt wurden 1,99 Minuten, die von Oberärzten 1,96 Minuten, die von Fachärzten 1,52 Minuten, die von den Assistenzärzten im vierten bis sechsten

Ausbildungsjahr 1,66 Minuten und die von den Assistenzärzten im ersten bis dritten Ausbildungsjahr 2,1 Minuten (siehe Tabelle 5).

3.3 Follow-Up

3.3.1 Allgemeines

Die operative Versorgung mittels PFNA wurde im Zeitraum vom 01. Dezember 2004 bis zum 31. Dezember 2009 insgesamt 437-mal durchgeführt. Allen Patienten wurde bei Entlassung empfohlen, sich am 14. Tag, in der sechsten Woche, nach drei und zwölf Monaten postoperativ in der chirurgischen Ambulanz des Universitätsklinikums Ulm vorzustellen. Insgesamt konnte so dennoch nur bei 47 Patienten (11 %) ein Follow-Up nach Aktenlage erfolgen. Dabei war eine durchschnittliche Nachbeobachtungszeit von 1,9 Jahren möglich. Bei 375 Patienten wurde aufgrund des fehlenden Akten-Follow Ups ein telefonisches FU durchgeführt. Mit dieser Methode konnten die Daten von weiteren 231 Patienten (53 % von n=437) entweder von den Patienten selbst oder, wenn diese verstorben waren oder aus anderen Gründen nicht zur selbständigen Auskunft befähigt waren, durch die jeweiligen Verwandten oder Hausärzte erhoben werden. Bei diesen 231 Patienten betrug die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit 2,7 Jahre. Insgesamt war das Follow Up somit bei 293 (67 %) von 437 Patienten erfolgreich. In 144 (33 %) Fällen war kein Follow Up über ein Jahr mithilfe der Akten oder eines Telefoninterviews möglich. Diese Patienten wurden daher bei der deskriptiven Auswertung der Daten zum Merlé d'Aubigné-Score sowie zu den postoperativen Komplikationen, der Metallentfernung und den Revisionsoperationen nicht berücksichtigt. Die Abbildung 31 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Follow-Up-Status bezogen auf das Gesamtkollektiv.

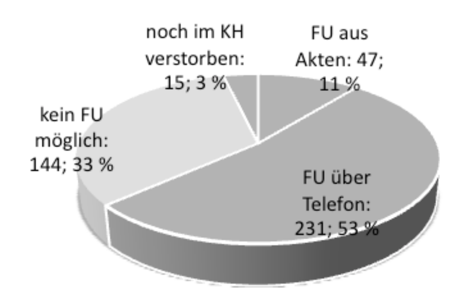


Abb. 31: Grafische Darstellung der unterschiedlichen Follow-Up-Status der mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Ulm operierten Patienten (Ende 2004 bis 2009); die dunkelgrau markierten Sektionen entsprechen der Follow-Up-Gruppe von 293 Patienten; n=437; (FU: Follow-Up; KH: Krankenhaus)

3.3.2 Merlé d'Aubigné-Score

Der in Kapitel 2.3.3 beschriebene modifizierte Score nach Merlé d'Aubigné konnte lediglich bei 221 Patienten erhoben werden. Bei den restlichen Patienten war dies aufgrund von fehlenden Daten nicht möglich und wurde infolgedessen nicht berücksichtigt. Das Ergebnis wurde wiederum nach dem Schulnotensystem in sechs Gruppen aufgeteilt (siehe Tabelle 2). Die Hälfte der Patienten (53 %) erhielt die Note „gut" bis „sehr gut". Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis (mangelhaft oder ungenügend) wurde bei 31 Prozent der Patienten retrospektiv erhoben. Bei diesem Kollektiv von 221 Patienten wurde ein durchschnittlicher Score von 9,0 Punkten („befriedigend") bei einer Maximalpunktzahl von 12 berechnet. Die genaue Aufschlüsselung findet sich in der Abbildung 32 wieder.

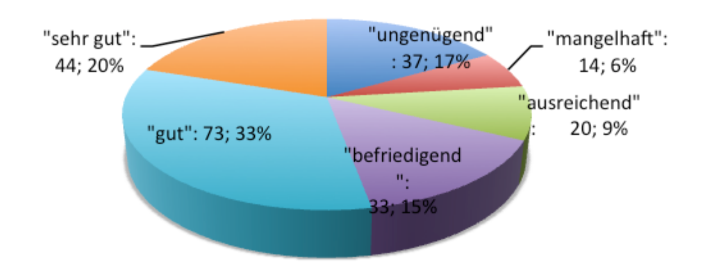


Abb. 32: Grafische Darstellung der Verteilung der verschiedenen Merlé d'Aubigné-Scores bei den mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation in Ulm versorgten Patienten (Ende 2004 bis 2009) (n=221); Angaben in absoluter Zahl und in Prozent

3.3.3 Metallentfernung nach Frakturkonsolidierung

Größtenteils wurden die PFNA-Implantate auch nach vollständiger Frakturkonsolidierung im Knochen belassen, da das fortgeschrittene Alter der Patienten und ihr oft empfindlicher Allgemeinzustand eine Kontraindikation zur erneuten Operation darstellte. Insgesamt wurden sieben Implantatentfernungen bei komplikationsloser Frakturkonsolidierung in der gewählten Follow–Up–Gruppe durchgeführt. Das Durchschnittsalter dieser sieben Patienten lag bei 36,3 Jahren (Alter zwischen 19 und 56). Das Implantat wurde durchschnittlich nach 1,5 Jahren entfernt.

3.4 Technische Schwierigkeiten und Komplikationen

3.4.1 Intraoperative Komplikationen

Intraoperative Komplikationen wurden nur bei sieben (1,6 %) von insgesamt 437 Operationen im Operationsbericht erwähnt. Die perioperative, instabile Kreislaufsituation eines Patienten wurde dabei zu den allgemeinen intraoperativen Komplikationen gezählt. Implantatspezifische intraoperative Schwierigkeiten ergaben sich insgesamt viermal beim Einbringen des Marknagels. Dies wurde in einem Fall durch das Vorliegen von osteolytischen Metastasen erschwert. In einem anderen Fall musste der Markraum aufgebohrt werden, da er sich als zu eng darstellte. In zwei weiteren Fällen wurde das Einbringen durch bereits implantiertes Fremdmaterial erschwert, darunter eine LCP (Locking Compression Plate) bei distaler Femurfraktur und eine LISS-Platte (Less Invasive Stabilization System) bei Femurschaftfraktur. In beiden Fällen musste vor der PFNA-Implantation eine partielle Schraubenentfernung durchgeführt werden. Zu technischen Schwierigkeiten kam es in zwei Fällen bei der Frakturreposition. In beiden Fällen war ein offenes Vorgehen erforderlich. Es wurden keine intraoperativen Frakturen oder Schaftsprengungen dokumentiert.

3.4.2 Postoperative Komplikationen

208 von 293 (71 %) Patienten mit kompletten FU zeigten im Beobachtungszeitraum keinerlei Komplikationen. Insgesamt wurden 95 postoperative Komplikationen im Verlauf bei 85 Patienten festgestellt. Davon traten in 76 Fällen eine einzige Komplikation, in acht Fällen zwei verschiedene Komplikationen und in einem Fall drei Komplikationen auf. Die genaue Aufschlüsselung der einzelnen Komplikationsarten befindet sich in der folgenden Tabelle 6. Von den insgesamt 95 aufgetretenen Komplikationen traten 53 (56 %) in der ersten Beobachtungsphase, der stationären Phase, auf und 42 (44 %) Komplikationen konnten in der zweiten Beobachtungsphase, nach dem stationären Aufenthalt, festgestellt werden. Die durch die postoperativen Komplikationen nötigen Revisionsoperationen werden im Kapitel 3.4.3 näher beschrieben.

Tab. 6: Postoperative Komplikationen der Patienten, die mit dem Proximalen Femurnagel Antirotation im Universitätsklinikum Ulm von Ende 2004 bis 2009 versorgt wurden; Angaben in absoluter Zahl und in Prozent auf das Gesamt-Follow-Up-Kollektiv bezogen (n=293)

	Anzahl n	**%**
Allgemeine postoperative Komplikationen (Gesamt)	**46**	**15,7 %**
Harnwegsinfekt	11	3,8 %
Pneumonie	5	1,7 %
Kardiopulmonale Komplikation	10	3,4 %
Postoperative Anämie	8	2,7 %
Thromboembolische Komplikation	6	2,0 %
Viszerale Komplikation	4	1,4 %
Sonstige Komplikation (Dekubitus, Lymphödem)	2	0,7 %
Spezifische postoperative Komplikationen (Gesamt)	**22**	**7,5 %**
Beinverkürzung	8	2,7 %
Wundheilungsstörung	7	2,4 %
Hämatom	2	0,7 %
Hämatoserom	1	0,3 %

Wundinfektion	1	0,3 %
Mobilisationsschwierigkeiten	1	0,3 %
Pseudoarthrose	1	0,3 %
Verzögerte Frakturheilung	1	0,3 %
Mechanische postoperative Komplikationen (Gesamt)	**27**	**9,2 %**
Klingendislokation	17	5,8 %
Cut-out	6	2,0 %
Materialbruch	3	1,0 %
Dislokation der distalen Verriegelungsschrauben	1	0,3 %

3.4.2.1 Allgemeine postoperative Komplikationen

Die meisten der insgesamt 46 (15,7 % bei einem FU–Kollektiv von 293 Patienten) allgemeinen postoperative Komplikationen traten während der stationären Beobachtungsphase auf. Dazu gehörten:

Infektionen

Elf Patienten (3,8 % von 293 Patienten) litten während des stationären Aufenthalts unter einem Harnwegsinfekt. Durch Antibiotikagabe wurden all diese Infekte komplikationslos zur Ausheilung gebracht.

Bei fünf (1,7 %) aufgetretenen Infektionen handelte es sich um eine nosokomial erworbene Pneumonie, darunter wurde eine durch Candida verursacht. Zwei Patienten verstarben während des postoperativen Krankenhausaufenthaltes aufgrund der Pneumonie.

Kardiopulmonale Komplikationen

Insgesamt zehn (3,4 %) Patienten waren von postoperativen kardio-vaskulären Komplikationen betroffen, an denen sie während des postoperativen Krankenhausaufenthaltes verstarben. Darunter befand sich ein Patient, der unter respiratorischer Globalinsuffizienz litt und im weiteren Verlauf an einer

Dünndarmperforation nach Bridenileus verstarb. Die weiteren neun Patienten verstarben an kardiopulmonaler Dekompensation.

Postoperative Anämien

In acht Fällen (2,7 %) trat bei den operierten Patienten eine postoperative Anämie auf. Diese verlief jedoch bei allen Patienten komplikationslos und wurde durch die Infusion von Erythrozytenkonzentraten beherrscht.

Thromboembolische Komplikationen

Thromboembolische Komplikationen traten bei insgesamt sechs (2,0 %) Patienten auf. Bei einem Patienten zeigte sich postoperativ ein ischämischer Mediainfarkt, ein anderer Patient fiel durch eine TIA (transitorische ischämische Attacke) auf. Als Ursache wurde in beiden Fällen eine postoperative Beinvenenthrombose nachgewiesen. Drei Patienten erlitten eine Lungenembolie, wobei ein Patient an deren Folgen verstarb. Bei einem weiteren Patienten konnte aufgrund einer Beinschwellung eine tiefe Beinvenenthrombose nachgewiesen werden.

Viszerale Komplikationen

Viszerale Komplikationen traten insgesamt in vier (1,4 %) Fällen auf. Darunter befanden sich ein paralytischer Ileus, eine gedeckte Peroration, ein Bridenileus, der später zur Perforation und zum Exitus letalis im Krankenhaus führte, sowie ein perforierter Magenulkus, der ebenfalls zum Versterben des Patienten im Krankenhaus führte.

Sonstige Komplikationen

In einem Fall trat stationär ein ausgeprägtes Lymphödem am operierten Bein auf. Dieses war jedoch durch entsprechende physiotherapeutischen Maßnahmen rückläufig. In einem weiteren Fall zeigte sich ein Dekubitus, welcher im weiteren Verlauf konservativ therapiert wurde.

3.4.2.2 Spezifische postoperative Komplikationen

Unter den spezifischen postoperativen Komplikationen wurden alle Komplikationen aufgefasst, die bei dieser Art der operativen Versorgung auftreten können, jedoch nicht direkt das Implantatmaterial den PFNA betreffend. Diese Art von Komplikationen wurde in 22 Fällen (7,5 % unseres FU-Kollektiv von n=293) festgestellt.

Bei der am häufigsten spezifischen postoperativen Komplikation handelte es sich um eine Beinverkürzung des operierten Beines. Diese wurde nachweislich bei acht Patienten (2,7 %) in den Wiedervorstellungen in der chirurgischen Ambulanz festgestellt. Zusätzliche 23 Patienten gaben diese Komplikation beim Telefoninterview an.

Bei sieben (2,4 %) Patienten kam es zu Wundheilungsstörungen, bei denen es sich vor allem um Nahtdehiszenzen handelte. Davon mussten drei Fälle operativ revidiert werden und die restlichen 4 waren mit konservativen Maßnahmen beherrschbar. In einem besonders schweren Fall (0,3 %) einer Klingenperforation durch die Haut kam es zu einer nicht beherrschbaren Infektsituation und aufgrund des schlechten Allgemeinzustands des Patienten musste anschließend eine Girdlestone-Situation angelegt werden.

In drei (1,0 %) Fällen traten postoperativ sehr große Hämatome oder Hämatoserome auf, welche alle drei operativ revidiert wurden.

Im gesamten Kollektiv zeigte sich nur in einem Fall (0,3 %) eine Pseudarthrose, ein Fall (0,3 %) präsentierte sich mit erheblichen Mobilisationsschwierigkeiten und in einem Fall (0,3 %) kam es zu einer verzögerten Frakturheilung. Die Pseudarthrose wurde ein halbes Jahr postoperativ durch einen Verfahrenswechsel zur Duokopfprothese behandelt. worunter eine Ausheilung erzielt werden konnte. Die Mobilisationsschwierigkeiten wurden konservativ therapiert. Im Falle der verzögerten Frakturheilung wurde ein Jahr postoperativ durch Entfernung der Verriegelungsschrauben, eine distale Dynamisierung durchgeführt.

3.4.2.3 Mechanische Komplikationen

Im Verlauf des Follow-Ups wurden in 27 Fällen (9,2 % unseres FU-Kollektiv von n=293) mechanische Komplikationen erfasst. Darunter trat bei 17 Patienten (5,8 %) postoperativ eine laterale Klingendislokation auf. Der Cut-out der Klinge wurde in insgesamt sechs

Fällen (2,0 %) beobachtet. In drei Fällen (1,0 %) kam es zu Materialbrüchen, dabei brach in zwei Fällen der intramedulläre Nagel und in einem Fall die Klinge (Abb. 33 a und b) ab. Gründe dafür waren in zwei Fällen ein Sturz auf das operierte Bein und in einem Fall osteolytische Metastasen bei fortgeschrittenem Mammakarzinom (siehe Abbildung 10 a und b). In einem weiteren Fall kam es zu einer Dislokation der distalen Verriegelungsschraube.

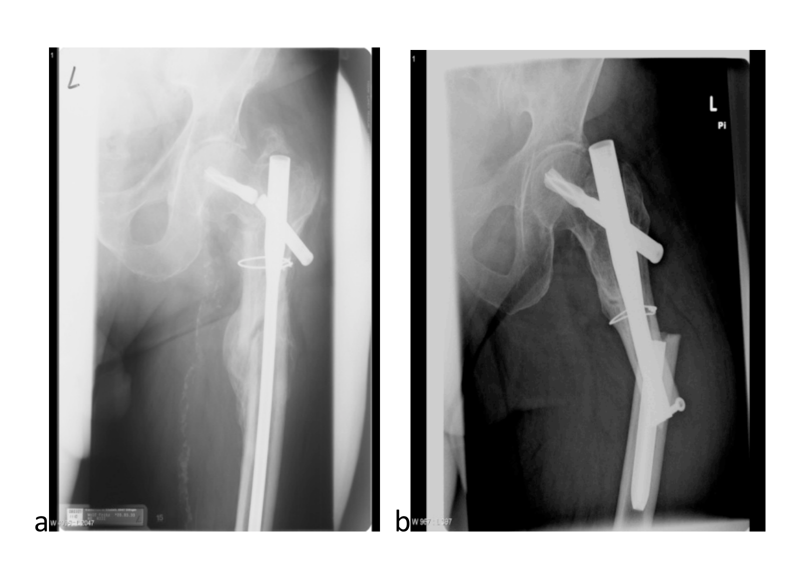


Abb. 33a: Klingenbruch des Proximalen Femurnagels Antirotation nach erneutem Sturz , 1 Jahr postoperativ (75-jähriger Patient aus dem eigenen Patientenkollektiv)
Abb. 33b: Nagelbruch auf Höhe des Schraubenlochs, 15 Monate postoperativ (77-jährige Patientin aus dem eigenen Kollektiv)

3.4.3 Revisionsoperationen

Keine der allgemeinen postoperativen Komplikationen erforderte eine operative Revision. Acht von insgesamt 22 aufgetretenen spezifischen postoperativen Komplikationen mussten einer operativen Therapie zugeführt werden. Es mussten insgesamt drei Wundheilungsstörungen operativ revidiert werden. Dabei wurde zuerst chirurgisch das abgestorbene Gewebe entfernt und letztlich die offene Wunde mittels Vakuumversiegelungstherapie behandelt. Ebenfalls revidiert wurden alle aufgetretenen postoperativen Hämatome und Hämatoserome (insgesamt drei Fälle). Dazu wurde das Hämatom operativ ausgeräumt und ausgespült. Der Zeitpunkt dieser Revision lag in

einem Fall zwei Wochen nach der ursprünglichen Operation, in einem anderen Fall musste eine Woche postoperativ neben der Hämatomausräumung zudem eine Drainage angelegt werden und im letzten Fall wurde postoperativ das Hämatom fast einen Monat lang chirurgisch entlastet und es musste eine Vakuumversiegelung angelegt werden.
In dem Fall von verzögerter Frakturheilung wurde ein Jahr postoperativ durch Entfernung der Verriegelungsschrauben eine Dynamisierung der Fraktur durchgeführt. Des Weiteren wurde bei dem Patienten, bei dem sich eine Pseudoarthrose entwickelt hatte, der PFNA sechs Monate postoperativ entfernt und durch eine Duokopf-Prothese ersetzt.

Unter den mechanischen Komplikationen wurden insgesamt 25 von 27 Fällen operativ revidiert. Die laterale Klingendislokation, die in 17 Fällen auftrat, wurde bei 16 Patienten operativ revidiert. Ein Patient konnte aufgrund des schlechten Allgemeinzustands nicht operativ versorgt werden. In zehn Fällen wurde die Klinge im späteren Verlauf gewechselt. In vier Fällen war die Frakturkonsolidierung ausreichend, sodass eine komplette Metallentfernung nach über einem Jahr postoperativ in zwei Fällen und in weiteren zwei Fällen eine Teilmetallentfernung nach einem Jahr durchgeführt werden konnte. Bei einem weiteren Patient wurde nach der Klingendislokation (sechs Monate postoperativ) eine distale Dynamisierung des PFNAs vorgenommen. Im Verlauf entwickelten sich bei diesem Patienten jedoch eine Pseudoarthrose sowie eine Wundinfektion, weshalb fünf Monate später eine Metallentfernung und eine Einlage von Gentamicin-Polymethylmetacrylat-Ketten erfolgten. In einem Fall trat nach perforierender Klingendislokation eine septische Coxitis auf. Diese Situation führte im weiteren Verlauf zur Metallentfernung und zur Anlage einer Girdlestone-Situation.

Alle sechs Fälle, in denen es zu einem Cut-out der Klinge kam, wurden operativ revidiert. Davon wurde in fünf Fällen nach der PFNA-Entfernung durchschnittlich nach einem Monat postoperativ eine Duokopf-Prothese eingesetzt und in einem Fall wurde am vierten Tag postoperativ der PFNA durch eine Plattenosteosynthese ersetzt.

In insgesamt drei Fällen kam es zum Materialbruch, wobei in zwei Fällen der intramedulläre Nagel und in einem Fall die Klinge brach. Bei der Patientin, die ein Jahr postoperativ einen Nagelbruch aufgrund von osteolytischen Metastasen bei

Mammakarzinom erlitt (Abb. 34), wurden die PFNA-Fragmente entfernt und durch eine MUTARS®-Fila-Tumorprothese ersetzt.



Abb. 34: MUTARS®-Fila-Tumorprothese (65-jährige Tumorpatientin aus dem eigenen Patientenkollektiv)

Bei dem PFNA-Bruch auf Schraubenhöhe (Abb. 33 b) wurde der PFNA ein Jahr postoperativ ausgewechselt. In dem Fall vom Klingenbruch (Abb. 33 a) wurde diese durch eine neue zementierte Klinge ausgetauscht.

In einem Fall mit dislozierten distalen Verriegelungsschrauben konnte aufgrund schwerer Komorbidität keine operative Revision durchgeführt werden.

Zusammengefasst kam es in insgesamt 33 Fällen (11,3 % vom Gesamt-FU-Kollektiv n=293) zur operativen Revision aufgrund einer postoperativen Komplikation. Revisionsnötig waren acht von 22 spezifischen postoperativen Komplikationen und wiederum fast alle mechanischen postoperativen Komplikationen (25 von 27), wobei in den zwei Fällen, in denen es nicht zur Reoperation kam, der Allgemeinzustand des Patienten eine Operation nicht zuließ. Insgesamt kam es in 8 (2,7 %) der vorher beschriebenen Fälle zu einem Verfahrenswechsel.

4 Diskussion

4.1 Patientendaten

4.1.1 Patientenkollektiv – Zusammensetzung

In dieser retrospektiven Kohorten-Analyse einer prospektiven Datenbank mit telefonischem Follow-Up wurden 427 Patienten mit insgesamt 437 sub- oder pertrochantären Frakturen, die mit dem PFNA operativ versorgt wurden, eingeschlossen. Bei 293 Patienten war ein Follow–Up länger als ein Jahr möglich. Das Gesamtkollektiv der Operierten teilte sich in 300 Frauen (69 %) und 137 Männer (31 %) auf, wobei das Durchschnittsalter bei 78,2 Jahren lag. In einer vergleichbaren, multizentrischen Studie, schlossen Büttner und Simmermacher [17, 88] 315 instabile Frakturen ein. Das Patientenkollektiv bestand aus 240 (77 %) Frauen und 73 (23 %) Männern bei einem Durchschnittsalter von 80,6 Jahren. Bei weiteren Studien, die auf vergleichbare Frakturversorgungstechniken zugreifen, fanden sich ähnliche Geschlechtsverteilungen und Altersdurchschnittswerte [97, 102, 107]. Der höhere Frauenanteil in der vorliegenden sowie in anderen vergleichbaren Studien ist auf seine höhere Lebenserwartung sowie auf sein höheres Osteoporoserisiko, das eine Fraktur begünstigt, zurückführbar. Schlussfolgernd zeigte sich in dieser Untersuchung somit ein repräsentatives Gesamtkollektiv, welches sich nicht wesentlich von den Daten der aktuellen Literatur unterscheidet.

4.1.2 Aufenthaltsdauer

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der operierten Patienten lag bei zwölf Tagen, das Maximum betrug 50 Tage, das Minimum ein Tag. Interessanterweise zeigte sich mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Aufenthaltsdauer (siehe Abb. 15). Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die unterschiedlichen Unfallhergänge in den verschiedenen Altersklassen zurückzuführen. Handelt es sich bei dem geriatrischen Patientenkollektiv

vor allem um Bagatelltraumata bei fortgeschrittener Osteoporose, so handelt es sich bei den jüngeren Patienten eher um Stürze, Hochrasanztraumata und Polytraumata, die öfters kompliziertere Frakturen sowie längere Genesungszeiträume mit sich bringen. Dies zeigte sich auch bei dem Durchschnittsalter von 46,2 Jahren der Polytrauma-Patienten.

Bei Gardenbroek et al., der 2011 [28] den PFN mit dem PFNA in einer prospektiven Studie mit einem Jahr FU-Zeitraum verglich, betrug die Hospitalisierungsdauer durchschnittlich 19 Tage in der PFN-Gruppe und 16 Tage in der PFNA-Gruppe. In der Studie von Zou, J. et al. (2009) [108], die den PFNA mit der Dynamischen Hüftschraube (DHS) verglich, betrug die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer bei beiden operativen Verfahren jeweils 14 Tage. In der Studie über Behandlungsergebnisse und Komplikationen beim PFN-Gebrauch von Hohendorff et al. (2005) [38] betrug die durchschnittliche Dauer 13,3 Tage. In der erst kürzlich erschienen Studie von Zhou et al. von März 2012 [107], die den PFNA mit dem LISS (Less Invasive Stabilization System) vergleicht, wurde einerseits bei den PFNA-Patienten eine durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer von 10,33 Tagen und andererseits eine Dauer von 7,61 Tagen bei den LISS-Patienten beobachtet.

Damit decken sich die von uns erhobenen Daten mit denen weiterer Autoren, wobei sich auch im Verlauf keine relevante Verkürzung des Aufenthalts zeigt, wie es von anderen Indikationen nach Einführung des DRG-Systems aufgetreten ist. Dies hängt mit dem Alter des Kollektivs und den dokumentierten Komorbiditäten zusammen.

4.1.3 Komorbiditäten

In 333 Fällen wurden präoperativ bestehende, multiple Begleiterkrankungen erfasst. Vaskuläre Komorbiditäten (fast ausschließlich arterielle Hypertonie) kamen mit 276 Fällen (63,1 % von 437 Patienten) am häufigsten vor, gefolgt von kardialen (194 Fälle (44,4 %)) und neurologischen (189 Fälle (43,2 %)) Vorerkrankungen. Bei 91 Patienten (20,8 %) wurde ein Diabetes mellitus und bei 90 Patienten (20,6 %) eine respiratorische Begleiterkrankung dokumentiert. Neoplasien kamen in 72 Fällen (16,5 %) vor.

In der Studie von Herrera et al. aus dem Jahr 2002 [36] zeigten die Komorbiditäten in einem Gesamtkollektiv von 250 Patienten folgende Verteilung: arterielle Hypertonie 35,6 %, kardiale Begleiterkrankungen 27,6 %, Diabetes mellitus 10,4 %, pneumologische Komorbiditäten 14 % und schließlich Neoplasien 5,2 %. Dabei fällt auf, dass die

Komorbiditäten in dieser Studie im Vergleich zu unserem Kollektiv deutlich niedriger ausfallen. Diese Diskrepanz der Resultate lässt sich durch die unterschiedliche Informationssammlung in beiden Studien erklären. So haben wir uns bei den Komorbiditäten auf die gesamte Patientenakte bezogen, wogegen in der Studie von Herrera et al. jedes Mal ein individuelles Protokoll zu jedem Patienten prä- und postoperativ ausgefüllt wurde.

Die Berücksichtigung der Komorbiditäten ist beim präoperativen Assessment unentbehrlich, da diese die postoperative Letalität signifikant beeinflussen können. So stellen laut der Studie von Ryder et al. im Jahr 2001 [78] ausgeprägtes Herzversagen, Bronchopneumonie, ASA-Grad IV und Malnutrition die Risikofaktoren dar, die nicht außer Acht gelassen werden sollten.

4.1.4 ASA-Klassifikation

Das ASA-Stadium wird präoperativ vom Anästhesisten festgelegt und dient der Risikoeinschätzung bei den Patienten verglichen mit dem allgemeinen Populationsrisiko. Dabei existieren mehrere Studien, die den Zusammenhang der perioperativen Morbidität mit der Letalität aufzeigen konnten [90, 98, 105]. In unserem Patientenkollektiv wurde die Mehrzahl der Patienten, insgesamt 333, in die Gruppe des ASA-Grades 3 eingeteilt und macht damit 76 % des Gesamtkollektivs aus. Die weitere Aufteilung sah folgendermaßen aus: 3 % in der ASA-Klasse 1, 9 % in der ASA-Klasse 2, 11 % in der ASA-Klasse 4. Im BQS-Qualitätsreport (Institut für Qualität und Patientensicherheit) [13] über hüftgelenknahe Femurfrakturen aus dem Jahr 2008 wurden folgende Prozentsätze in einem Gesamtkollektiv von 98870 Patienten bei der Einstufung nach ASA-Klassifikation dokumentiert: 3 % in ASA-Klasse 1; 24,7 % in ASA-Klasse 2; 63,8 % in ASA-Klasse 3; 8,2 % in ASA-Klasse 4 und 0,3 % in ASA-Klasse 5. In einer vergleichbaren retrospektiven Studie von Mereddy et al. [55] sieht die Verteilung bei einem Gesamtkollektiv von 62 Patienten folgend aus: 5 % in ASA-Klasse 1, 50 % in ASA-Klasse 2 und 45 % in ASA-Klasse 3.

Dabei ist zu erkennen, dass die vom BQS aufgestellte retrospektive Studie eine ähnliche ASA-Klassen-Verteilung wie in unserer Studie darstellt. Die abweichenden Prozentzahlen in der Studie von Mereddy et al. sowie in anderen Studien [28, 106] sind damit zu

erklären, dass die ASA-Klassifikation vom einteilenden Anästhesisten abhängt [35] und so stark variieren kann.

4.1.5 Frakturklassifikation

In unserem Kollektiv zeigten sich insgesamt 134 (30,7 %) einfach pertrochantäre (31-A1), 222 (50,8 %) multifragmentär pertrochantäre (31-A2) und 41 (9,4 %) intertrochantäre Frakturen. In zwölf (2,7 %) Fällen handelten es sich um sonstige Frakturtypen (z.B. Schaftfrakturen, Schenkelhalsfrakturen, 2-Etagenfrakturen). Schließlich wurden in 28 (6,4 %) Fällen keine Frakturklassifikationen vorgenommen, da eine retrospektive Einteilung nicht mehr möglich war oder es sich bei der Operation um eine prophylaktische Versorgung mittels PFNA handelte.

Bei Gardenbroek et al. [28] überwiegen, wie in unserem Patientenkollektiv auch, die A2-Frakturen mit 71,4 % in der PFNA-Gruppe. Bei den restlichen Frakturen handelt es sich mit 22,9 % um einfache oder multifragmentäre intertrochantäre Frakuren vom Typ 31-A3 und bei 5,7 % um sonstige instabile Frakturen. Im Vergleich zum eigenen Patientenkollektiv wurden in dieser Studie nur Frakturen vom instabilen Typ behandelt, was alle Frakturen vom Typ 31-A1 ausschließt und so zu einer Verschiebung der Frakturverteilung im Vergleich zu dieser Studie führt.

Die mit unserer vergleichbaren Studie von Penzkofer et al. [70], die einen retrospektiven Vergleich zwischen PFN und PFNA bei einem Gesamtkollektiv von 131 Patienten untersuchte, beinhaltet 15,2 % A1 Frakturen, 64,9 % A2 Frakturen, 9,9 % A3 Frakturen und 9,9 % hohe subtrochantäre Frakturen. Der Anteil der A1-Frakturen in dieser Studie lag mit 15,2 % dabei deutlich unter dem des eigenen Kollektivs mit 30,7 %.

In der Studie von Hohendorff et al. [38], in der 133 Operationsergebnisse des PFNs untersucht wurden, teilten sich die Frakturen auf in 19,5 % A1-Frakturen, 61,9 % A2-Frakturen, 11,4 % A3-Frakturen und 7,2 % subtrochantäre Frakturen, wobei die A1-Frakturen wieder deutlich unter den Zahlen in unserer Studie liegen.

Werner-Tutschku et al. [102] beschreiben in ihrer restrospektiven Studie über den PFN bei einem Gesamtkollektiv von 70 Patienten eine Verteilung von 9,9 % bei der A1-Gruppe, 54,3 % bei der A2-Gruppe und 35,7 % bei der A3-Gruppe.

Anhand der hier erwähnten und anderen Studien [104] ist zu erkennen, dass vor allem die A2-Frakturen den Großteil der behandelten Frakturtypen darstellten. Stabile Frakturen vom Typ 31-A1, die 30,7 % in unserem Patientenkollektiv ausmachten, wurden nur äußerst selten in den anderen Studien über intramedulläre Verfahren erwähnt. Somit ist davon auszugehen, dass dieser Frakturtyp im weltweiten Vergleich tendenziell durch extramedulläre Kraftträger versorgt wird, was am ehesten durch geringere Kosten bei dieser Art der Frakturversorgung zu erklären ist.

4.1.6 Todeszeitpunkt

In unserem Follow-Up-Kollektiv von 293 Patienten waren 121 zum Ermittlungszeitpunt bereits verstorben. Bei 38 war nicht ermittelbar, ob sie noch am Leben waren, da das Follow-Up hier einzig über die Patientenakten erfolgte. Die folgenden Prozentzahlen beziehen sich aus diesem Grund nur auf die 255 Patienten, bei denen die Information ermittelbar war. Oftmals war es schwierig, die genaue Todesursache der 121 Verstorbenen zu erheben, da die über Telefon interviewten Angehörigen in den meisten Fällen die konkrete Todesursache nicht kannten. Aber auch die Nachforschungen mittels der Patientenakten erwiesen sich oft als schwierig. Dennoch können aus den vorliegenden Daten einige Schlussfolgerungen gezogen werden.

Wir stellten fest, dass innerhalb der ersten sechs Monate postoperativ insgesamt 42 Patienten verstarben (16,5 %). Die 1-Jahres-Letalität lag mit insgesamt 55 Patienten bei 21,6 %, die 3–Jahres–Letalität mit 100 Patienten bei 39,2 % und die 5–Jahres–Letalität mit 120 Patienten bei 47,1 %. Insgesamt verstarben 121 von 255 Patienten (47,5 %) bei einer durchschnittlichen Follow-Up-Zeit von 29,8 Monaten.

Bei Tang et al. [96] liegt die 1–Jahres–Letalität mit 18,6 Prozent bei einem Gesamtkollektiv von 303 Patienten leicht unter unserem Resultat. Die 3–Jahres–Letalität in dieser Studie liegt wiederum mit 27,6 Prozent deutlich unter der in unserem Gesamtkollektiv ermittelten Prozentzahl.

In der Studie von Zhou et al. aus dem Jahr 2012 [107] beträgt die Mortalität in den ersten 6 Monaten postoperativ mit 11,1 % ebenfalls unter unserem Ergebnis. Barton et al. [9] beschreiben in ihrer Studie wiederum eine 1–Jahres–Letalität von 32 Prozent für ihre Gammanagel-Gruppe sowie eine 22 Prozent 1–Jahres–Letalität in der Gruppe, die mit der

Sliding Hip Screw (SHS) operiert wurde, wobei diese Zahlen eher mit unseren Resultaten übereinstimmen und sogar im Fall der Gammanagel-Patienten über unseren liegen.
Unsere 1–Jahresletalität lag somit mit 21,6 Prozent im Vergleich zu anderen ähnlichen Studien (z.B. Gardenbroek 12,9 % [28]; Simmermacher 18,5 % [88]; Gonschorek 17 % [29]) leicht über den publizierten Werten. Diese ist am ehesten durch demografische Differenzen und auch durch die lokale Versorgungssituation zu erklären. Als Maximalversorger werden von umliegenden, kleineren Häusern Patienten mit schwerer Komorbidität vorselektiert und bevorzugt zugewiesen. Dies zeigt sich auch in den dokumentierten Begleiterkrankungen, die höhere Werte im Vergleich zu den hier zitierten Studien aufweisen.

4.2 Erfasste Operationsdaten

4.2.1 Operationszeitpunkt nach Aufnahme und Operationsdauer

Eine kurze präoperative Verweildauer ist unter anderem Bestandteil der aktuellen Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) [23] sowie ein wichtiger Qualitätsindikator der Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung (BQS)-Fachgruppe für Orthopädie und Unfallchirurgie [13]. Dabei sollte eine präoperative Verweildauer von mehr als 24 Stunden nur in Fällen mit erhöhtem Operationsrisikos aufgrund [13] internistischer Begleiterkrankungen überschritten werden [75].
43 Prozent unserer Patienten wurden binnen sechs Stunden und 45 Prozent Patienten im Zeitraum von sechs bis 24 Stunden nach dem Unfallereignis operiert. Letztendlich wurden 12 Prozent Patienten später als 24 Stunden operiert, wobei sich hierunter überwiegend Patienten mit mehreren oder schwerer Begleiterkrankung befinden. Dies ist auch durch die Abbildung 29 ersichtlich, wobei die Patienten mit höherem ASA-Grad in unserem Fall tendenziell eine längere präoperative Verweildauer aufzeigten. Grund einer zeitlichen Verzögerung war meist das Vorliegen einer Gerinnungsparameter-Veränderung, die gegen eine Operationsfreigabe sprach. Durch Einnahme von oralen Antikoagulanzien aufgrund von internistischen Vorerkrankungen ist das Blutungsrisiko bei geplanten

operativen Eingriffen erhöht. Erst nach Umstellung der oralen Antikoagulation oder der medikamentösen Gegensteuerung konnten die chirurgischen Eingriffe durchgeführt werden. Ein weiterer Grund könnte aber auch fehlende Operationskapazitäten zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme sein.
Büttner et al. [17] gaben an, dass 96 Prozent aller pertrochantären Frakturen (n=313) innerhalb der ersten 72 Stunden operiert wurden. Leider wurde mit Ausnahme der Studie von Büttner nur vereinzelt die präoperative Verweildauer erfasst. Dies machte weitere Vergleiche mit unserem Gesamtkollektiv verhältnismäßig schwierig.

Die durchschnittliche Operationsdauer wurde dagegen in vielen Studien erwähnt und konnte so sehr gut mit den von uns ermittelten Durchschnittswerten verglichen werden. Simmermacher und Büttner et al. [17, 88] geben in ihrer multizentrischen Studie über den PFNA eine durchschnittliche Operationsdauer für A2-Frakturen von 56 Minuten und für A3-Frakturen von 66 Minuten an. In unserem Fall lag die durchschnittliche Operationszeit von 51,4 Minuten für A2-Frakturen und 60,3 Minuten für A3-Frakturen leicht unter den von den anderen Autoren angegebenen Zeiten.
Bezogen auf alle Frakturen fand sich in unserer Studie eine durchschnittliche Operationsdauer von 52 Minuten. Diese ist mit den Ergebnissen von Gardenbroek et al. (69 min.), Zou et al. (52 min.), Zhou et al. (65,36 min.), Xu et al. (68,5 min.) [28, 106-108] und vielen anderen veröffentlichten Studien vergleichbar.
Verglichen mit anderen operativen Verfahren bei dieser Art von Fraktur finden wir bei der PFN-Studie Windolf et al. [103] eine Operationsdauer von 58 Minuten und bei Gonschorek et al. [29] für das gleiche Verfahren eine durchschnittliche Zeit von 57 Minuten. In den Studien über die Dynamische Hüftschraube im Vergleich zum PFNA zeigte sich bei Zou et al. jeweils 93 Minuten [108] sowie bei Xu et al. [106] 56,5 Minuten für die DHS-Gruppe. Schlussfolgernd kann konstatiert werden, dass die Zeitangaben vergleichbarer Verfahren oft leicht über den durchschnittlichen Zeitangaben für den PFNA liegen. Damit ist der PFNA ein im Vergleich zu anderen Verfahren gut anwendbares Implantat zur Stabilisierung proximaler Femurfrakturen.

Die durchschnittliche perioperative Durchleuchtungszeit wurde nur in wenigen Studien angegeben. Zou et al. [108] geben in ihrer Vergleichsstudie über den PFNA und die Sliding

Hip Screw einen Durchschnittswert von sieben Minuten für den PFNA und von fünf Minuten für die SHS an, was im Vergleich zu unserem Ergebnis von 1,78 Minuten weit darüber lag. Des Weiteren gaben Windolf et al. [103] für das in ihrer Studie untersuchte PFN-Verfahren eine durchschnittliche Durchleuchtungszeit von drei Minuten an.
Simmermacher et al. [88] gaben wiederum die durchschnittliche Durchleuchtungszeit bezogen auf die verschiedenen Frakturtypen an. So wurden für A2-Frakturen durchschnittlich 2,39 Minuten und für A3-Frakturen 3,14 Minuten gebraucht. Ähnlich wie bei den anderen Vergleichen lag unsere durchschnittliche Durchleuchtungszeit für A2-Frakturen von 1,65 Minuten und für A3-Frakturen von 2,52 Minuten erneut unter diesen Resultaten. Die unterschiedlichen Werte lassen sich möglicherweise durch eine andere Dokumentation der Durchleuchtungszeit bei den anderen Studien erklären. Unsere Daten bezogen sich auf die exakte Durchleuchtungszeit, die per Computer während der Operation ermittelt wurden.

4.2.2 Ausbildungsgrad des Operateurs

Anhand des Ausbildungsgrades des Chirurgen lässt sich der Schwierigkeitsgrad des Verfahrens rückschließen. So wurden in unserem Fall 5,5 % aller PFNA-Operationen vom Chefarzt, 46,2 % von Oberärzten, 41,4 % von Fachärzten und 6,2 % von Assistenzärzten unter Aufsicht vom zuständigen Oberarzt durchgeführt. In drei Fällen (0,7 %) war die Bestimmung des Ausbildungsgrades des Operateurs nachträglich nicht mehr möglich.
In der niederländischen Studie von Gardenbroek et al. [28] wurden 92,9 % der PFNA- und 80,54 % der PFN-Operationen von “residents” (Ausbildungsgrad entspricht dem eines fortgeschrittenen Assistenzarztes in Deutschland) unter Aufsicht vom zuständigen Oberarztes durchgeführt. Die restlichen Operationen (7,1 % PFNA und 19,64% PFN) wurden von “attending surgeons” (entspricht dem Oberarzt- bzw. Facharzt-Status in Deutschland) durchgeführt. Hier ist ein grundlegender Unterschied im Ausbildungsgrad des zuständigen Arztes zu erkennen. So wurde der Großteil der PFNA-Operationen in unserem Klinikum von Fach- bzw. Oberärzten durchgeführt (insgesamt 93,1 %).
Wiederum trifft man in der Studie von Hohendorff et al. [38] (Schweiz) auf Resultate, die den unseren ähneln. So wurden hier bei einer Gesamtzahl von 139 PFN-Operationen 14,1 Prozent von Chef-, Leitenden und Belegärzten durchgeführt. Der Hauptteil der

Operationen wurde, ähnlich wie in unserem Fall, mit 77 Prozent von Oberärzten durchgeführt. Schließlich wurden die 7,9 Prozent der Operationen von Assistenzärzten unter Aufsicht durchgeführt.

Die durchschnittliche Operationszeit betrug, mit Ausnahme der zwei Operationen, die durch Assistenzärzte im ersten bis dritten Ausbildungsjahr durchgeführt wurden, bei den Oberärzten durchschnittlich zehn Minuten mehr als bei den anderen Chirurgen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass schwierigere präoperative Verhältnisse, wie instabile, mehrfragmentäre Frakturen, sowie instabile Patienten eher von Ärzten mit höherem Ausbildungsgrad operiert werden. Diese Verhältnisse erfordern jedoch mehr Zeit, da die Reposition komplizierter ausfällt und eventuell zusätzliche Maßnahmen wie Cerclagen erforderlich werden.

4.3 Follow-Up

4.3.1 Merlé d'Aubigné-Score

Um das postoperative Outcome über die Patientenakte und das Telefoninterview so gut wie möglich zu standardisieren, entschieden wir uns für einen von uns modifizierten Score nach Merlé d'Aubigné. Mit dieser Methode konnten 221 Patienten evaluiert werden und es ergaben sich bei einem durchschnittlichen Score von 9,0 Punkten folgende Resultate: 44 (20 %) der operativen Ergebnisse bekamen die Note „sehr gut" (11 bis 12 Punkte im Merlé d'Aubigné-Score). 73 (33 %) Ergebnisse wurden mit der Note „gut" (10 Punkte) beurteilt, 33 (15 %) mit der Note „befriedigend" (9 Punkte), 20 (9 %) mit der Note „ausreichend" und 14 (6 %) mit der Note „mangelhaft" (7 Punkte). Die restlichen 37 (17%) Operationsergebnisse erhielten im Follow-Up die Note „ungenügend" (weniger als 7 Punkte). Diese Resultate zeigen, dass 77 Prozent aller operierten Patienten postoperativ eine akzeptable Gehfähigkeit und Schmerzsituation erreichten. Die Studie von Verheyden et al. [99] teilte 177 nachuntersuchten PFN-Patienten mittels Merlé d'Aubigné-Scores in vier Gruppen auf. Dabei zeigten sich folgende Resultate: 34,2 % „sehr gut"; 49,3 % „gut"; 13,7 % „mäßig"; 2,7 % „schlecht". Ein direkter Vergleich mit der Literatur stellte sich als

kompliziert dar, da den wenigen Studien, die die postoperative Mobilität untersuchten, verschiedene Scores zur Verfügung standen. Hinzu kommt, dass es sich bei unseren Ergebnissen um einen modifizierten Score handelte, der aufgrund des Studiendesigns erforderlich war, die Vergleichbarkeit mit anderen Studien jedoch einschränkt.

4.4 Technische Schwierigkeiten und Komplikationen

4.4.1 Intraoperative Komplikationen

Intraoperative Komplikationen wurden in sieben (1,6 %) von insgesamt 437 Operationsberichten gefunden. Hierunter ist ein Fall mit einer schwerwiegenden perioperativen Kreislaufinstabilität zu finden. Zwei Fälle wurden offen operativ versorgt, da die geschlossene Reposition nicht möglich war. Das Einbringen des Marknagels war in vier Fällen erschwert und erforderte in einem Fall sogar das Aufbohren des Markraums. In keinem Fall kam es zu einer intraoperativen Femurfraktur. In dem PFNA-Kollektiv von Xu et al. [106] (n= 51) kam es in 21,6 Prozent zu intraoperativen Komplikationen. Dabei mussten insgesamt neun offene Repositionen durchgeführt werden und in zwei Fällen kam es zur intraoperativen Femurschaftfraktur beim Einbringen des Nagels. Bei dem Kollektiv von Karapinar et al. [42] bestehend aus 71 Patienten kam es in drei Fällen zur Fraktur des lateralen Femurkortex und in einem Fall zur Fraktur des Trochanter majors. Die Verschiebung der Frakturfragmente beim Einbringen des Nagels wurde dagegen in drei Fällen beobachtet. Insgesamt wurden somit in sieben Fällen (9,9 %) intraoperative Komplikationen in dieser Studie erwähnt. In der Studie von Büttner et al. [17], die ein ähnlich großes Kollektiv (n=313) wie das unsere untersuchte, kam es in 46 Fällen zu intraoperativen Komplikationen, darunter 39 technische Probleme (12,4 %) wie ein falsches Längenmaß oder die Dislokation der Fraktur beim Einbringen des Nagels. Bei Mereddy et al. [55] kam es während acht Operationen (12 %) bei einem Gesamtkollektiv von 62 Patienten zu technischen Problemen: darunter einmal bei der Nagel- und dreimal bei der Klingeninsertion. In zwei Fällen wurde das Einbringen der Verschlusskappe sowie in zwei Fällen die distale Verriegelung erschwert. Obwohl meistens höher als unsere Rate

von 1,6 Prozent, zeigen die Ergebnisse der bisherigen Studien insgesamt betrachtet eine relativ niedrige intraoperative Komplikationsrate. Jedoch muss erwähnt werden, dass die kleineren Fallzahlen der anderen Studien einen objektiven Vergleich erschweren. Der PFN, als Vorgängermodell des PFNA zeigte in den Studien ähnliche bis leicht höhere intraoperative Komplikationsraten, nämlich 6,2 % bei Penzkofer et al. [70], 12,6 % bei Gonschorek et al. [29] und 19,1 % bei Windolf et al. [103]. Bei Müller et al. [57] zeigten sich deutlich höhere Komplikationsraten mit 26 % bei der PFN-Gruppe und 17 % bei der TGN-Gruppe (Trochanteric Gamma Nail). Megas et al. [54] wiederum beschrieben in 17,5 % der Fälle ein Auftreten von intraoperativen Komplikationen bei dem TGN-Verfahren. Mit unseren Resultaten lässt sich aufzeigen, dass es sich beim PFNA um ein sicheres Implantat handelt, das während der Operation leicht zu handhaben ist und eine niedrige intraoperative Komplikationsrate erlaubt.

4.4.2 Postoperative Komplikationen

4.4.2.1 Allgemeine postoperative Komplikationen

Allgemeine postoperative Komplikationen traten in 46 Fällen (15,7 %) bei unserem Follow–Up–Kollektiv von 293 Patienten auf. Hierbei handelte es sich in 16 Fällen (5,5 %) um Harnwegsinfekte und nosokomial erworbene Pneumonien und in 6 Fällen (2,0 %) um thromboembolische Ereignisse, darunter zwei cerebrale Gefäßverschlüsse, drei Lungenembolien und ein tiefe Beinvenenthrombose. Simmermacher et al. [88] beschrieben in ihrer multizentrischen Studie über 315 PFNA-Implantationen insgesamt 28 Harnwegsinfekte und Pneumonien (8,9 %) und drei thromboembolische Ereignisse (1,0 %).

Kardiopulmonale Komplikationen, wie Herzinfarkt, respiratorische Insuffizienz und Herzinsuffizienz, wurden in unserer FU-Gruppe zehnmal (3,4 %) beobachtet, wovon neun Fälle letal endeten. Bei Zhou et al. [107] kam es bei zwei von 64 (3,1 %) Patienten postoperativ zum akuten Koronarsyndrom (ACS).

Zusammengefasst decken sich unsere allgemeinen postoperativen Komplikationen mit denen der Literatur.

Lediglich Gardenbroek et al. [28] beschrieben eine sehr hohe Rate an allgemeinen postoperativen Komplikationen von einerseits 50 Prozent in ihrer PFNA-Gruppe und von 54 Prozent in ihrer PFN-Gruppe.

4.4.2.2 Spezifische postoperative Komplikationen

Eine ipsilaterale Beinverkürzung zeigte sich in acht Fällen im Akten-Follow-Up (2,7 %) und in 23 Fällen von den Patienten während des Telefoninterviews, was zusammengezählt eine Rate von 10,6 Prozent ergibt. Bei Sahin et al. [79] wurde diese Komplikation wiederum in neun Fällen (17,8 %) beobachtet.
Acht unserer Patienten litten unter Wundheilungsstörungen, darunter sieben Nahtdehiszenzen (2,4 %) und eine Wundinfektion (0,3 %) aufgrund einer Klinge, die die Haut perforierte. Bei drei Patienten (1,0 %) mussten die postoperative Hämatome und Hämatoserome operativ ausgeräumt und ausgespült werden. Wundinfektionen wurden in der Literatur in 3,1 % der Fälle bei Büttner et al. [17], in 2,2 % der Fälle bei Sahin et al. [79] und in 7,6 % der PFNA-Operationen bei Penzkofer et al. [70] beschrieben. Damit zeigt sich auch in unserer Studie, dass Wundinfekte nach Versorgung mit einem intramedullärem Marknagel selten sind.
In unserem FU-Kollektiv kam es nur in zwei Fällen (0,7 %) zu einer verzögerten Frakturheilung, wobei in einem Fall nach sechs Monaten eine Pseudoarthrose diagnostiziert wurde. Beide Patienten wurden revidiert. Ähnliche Zahlen erhielten auch Simmermacher und Büttner [17, 88] (0,6 %) in ihrer multizentrischen Studie. In der Studie von Zou et al. [108] wurde, im Gegensatz zur DHS-Gruppe (1 Fall), keine verzögerte Frakturheilung in der PFNA-Gruppe gefunden. Somit bleibt die Pseudoarthrose eine selten auftretende mechanische Komplikation des PFNAs.

4.4.2.3 Mechanische postoperative Komplikationen

Die laterale Klingendislokation war mit Abstand die häufigste, mechanische postoperative Komplikation (5,8 %) in unserem Kollektiv und wurde in 16 von 17 Fällen revidiert. In der Literatur fanden sich folgende Prozentzahlen für diese Art von mechanischer Komplikation: 18,3 % bei Karapinar et al. [42], 11,1 % bei Sahin et al. [79] und 8 % in der

Studie von Takigami et al. [95]. In der Studie von Büttner et al. [17] lag der Anteil der Klingendislokationen wiederum mit 1,1 % unter unserem Resultat. Ebenfalls unter unserem Resultat lagen einerseits die Resultate von Xu et al. [106] mit 3,9 % und andererseits die von Penzkofer et al. [70] mit 3,0 %.

Die Anzahl der Cut-out Fälle lag in unserem FU-Kollektiv lediglich bei 2,0 %, was sich jedoch mit den Resultaten der anderen PFNA-Studien deckt. So fanden sich bei Büttner et al. [17] 2,3 %, Karapinar et al. [42] 1,4 %, Penzkofer et al. [70] 4,5 %, 3,6 % bei Mereddy et al. [55] und bei Zhou et al. [107] 2,8 %. Die Autoren in der aktuellen Literatur sind sich einig, dass die intraoperative Frakturreposition sowie die Implantatlage entscheidend für die mechanischen postoperativen Komplikationen und vor allem das Cut out sind [18, 28, 46, 47, 51, 102].

Frei et al. [25] weisen in ihrer Veröffentlichung explizit auf den Unterschied zwischen dem Cut-out und dem Cut-through hin, wobei diese besondere mechanische Komplikation schon vorher in den Studien von Brunner und Simmermacher [15, 88] beschrieben wurde. Dabei stellt das Cut-through die zentrale Perforation der Helixklinge durch den Femurkopf ohne Rotations- oder Varusfehlstellung der Fraktur dar. Beim Cut-out dagegen handelt es sich um eine anterio-superiore Perforation der Helixklinge in das Hüftgelenk in Verbindung mit einer Varus- und/oder Rotationsfehlstellung der Kopf-Hals-Fragmente. Diese Autoren sind sich einig, dass man den Cut-through als eine neue separate postoperative Komplikation des PFNAs ansehen muss. Wir haben in unserer Studie den Unterschied zwischen diesen beiden Komplikationen jedoch nicht gemacht, da sich daraus keine abweichende klinische Relevanz ableiten lässt und es keinen Anhalt für differierende prädisponierende Faktoren wie einen abweichenden Tip-Apex-Abstand gibt. Des Weiteren traten in unserem Patientenkollektiv die lateralen Klingendislokationen häufiger als die der Cut-outs auf. Dies fand sich in der Literatur ebenfalls bei Sahin et al., [42, 79, 95].

Es gab nur einen Fall von Dislokation der distalen Verriegelungsschrauben in unserem FU-Kollektiv. Diese Art von Komplikation wurde in keiner weiteren vergleichbaren Studie erwähnt und stellt somit einen Einzelfall dar.

In unserem Patientenkollektiv traten insgesamt drei Materialbrüche (1,0 %) und zwei (0,7 %) verspätete, bis ausbleibende Frakturkonsolidierungen auf. Diese Komplikationen traten einerseits in dem Gesamtkollektiv einer multizentrischen Studie auf, die

gleichzeitig von Simmermacher und Büttner [17, 88] beschrieben wurde, wobei es nur einen Fall (0,6 %) von Materialbruch und zwei Fälle (1,1 %) von Pseudoarthrosen gab. Andererseits beschrieben Mereddy et al. [55] vier Fälle verspäteter Frakturkonsolidierung bei einem Follow-Up-Kollektiv von 55 Patienten. Damit konnten wir erneut beweisen, dass Materialbrüche und Delayed-Union bis Pseudoarthrosen sehr selten bei der Verwendung des PFNA vorkommen.

Zur Vereinfachung stellt die folgende Tabelle 7 einen Vergleich der eigenen Resultate mit den bisher veröffentlichten Studien über den PFNA dar.

Tab. 7: Vergleich der aktuellen Literatur über den Proximalen Femurnagel Antirotation; (inn.: innerhalb; k.A.:keine Angabe)

Autoren und Jahr	**Anzahl Opera-tionen**	**Follow-Up Monate**	**Offene Reposition**	**Wundprobleme (Infektion, Heilungs-störung, Hämatom)**	**Beinver-kürzung**	**Überstehen des proximalen Nagelendes**
Uni Ulm	293	12-60	2 (0,7%)	11 (3,8%)	8 (2,7%)	0 (0%)
Frei et al. 2012	112	12	k.A.	2 (1,8%)	k.A.	k.A.
Büttner et al. 2011	177	12	k.A.	10 (5,6%)	k.A.	k.A.
Gardenbroek et al. 2011	70	>12	10 (14,3%)	k.A.	k.A.	k.A.
Karapinar et al. 2011	71	12-32	0 (0%)	2 (2,8%)	k.A.	k.A.
Mereddy et al. 2009	55	k.A.	12/65 (18,5%)	k.A.	k.A.	k.A.
Penzkofer et al. 2009	66	7	16 (24,2%)	6 (9,1%)	k.A.	k.A.
Pu et al. 2009	87	9-18	0 (0%)	8 (9,2%)	1 (1,1 %)	11 (12,6 %)
Sahin et al. 2010	45	6-23	0 (0%)	2 (4,4%)	9 (20%)	k.A.
Simmermacher et al. 2008	177	12	k.A.	10 (5,6%)	k.A.	k.A.
Takigami et al. 2008	50	4-21	k.A.	0 (0%)	k.A.	k.A.
Xu et al. 2010	51	12	9 (17,6%)	1 (2,0%)	k.A.	k.A.
Zhou et al. 2012	36	21-36	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zou et al. 2009	58	>12	k.A.	1 (1,7%)	k.A.	k.A.

Autoren und Jahr	Cut-out	laterale Klingen-dislokation	Material-bruch	Rotations-fehler	Intraoperative Fraktur
Uni Ulm	6 (2,0%)	17 (5,8%)	3 (1,0%)	0 (0%)	0 (0%)
Frei et al. 2012	1 (0,9%) Cut-out 7 (6,2%) Cut-through	8 (7,1%)	k.A.	k.A.	k.A.
Büttner et al. 2011	4 (2,3%)	2 (1,1%)	1 (0,6%)	2 (1,1%)	k.A.
Gardenbroek et al. 2011	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Karapinar et al. 2011	1 (1,4%)	13 (18,3%)	k.A.	k.A.	4 (5,6%)
Mereddy et al. 2009	2 (3,6%)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Penzkofer et al. 2009	3 (4,5%)	2 (3,0%)	0 (0%)	k.A.	2 (3,0%)
Pu et al. 2009	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	1 (1,1%)
Sahin et al. 2010	1 (2,2%)	5 (11,1%)	k.A.	k.A.	12 (26,7%)
Simmermacher et al. 2008	4 (2,3%)	2 (1,1%)	1 (0,6%)	2 (1,1%)	k.A.
Takigami et al. 2008	1 (2%)	4 (8%)	0 (0%)	k.A.	1 (2%)
Xu et al. 2010	0 (0%)	2 (3,9%)	k.A.	k.A.	2 (3,9%)
Zhou et al. 2012	1 (2,8%)	k.A.	0 (0%)	k.A.	k.A.
Zou et al. 2009	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	k.A.

Autoren und Jahr	Postoperative Fraktur	Delayed-Union / Pseudo-arthrose	Verstorben	Operative Revisionen	Verfahrens-wechsel
Uni Ulm	nicht erhoben	2 (0,7%)	55/255 inn. 12 Monaten (21,6%)	33 (11,3%)	8 (2,7%)
Frei et al. 2012	0 (0%)	6 (5,4%)	k.A.	26 (23,2%)	k.A.
Büttner et al. 2011	7 (4,0%)	2 (1,1%)	53	16	k.A.
Gardenbroek et al. 2011	k.A.	k.A.	9/70 inn. 12 Monaten (12,9%)	10 (14,3%)	k.A.
Karapinar et al. 2011	k.A.	k.A.	7/78 inn. 8 Monaten	2 (2,8%)	0 (0%)
Mereddy et al. 2009	k.A.	4 (7,3%)	5/62 inn. 3 Monaten (8,1%)	k.A.	k.A.
Penzkofer et al. 2009	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	13 (19,7%)	5 (7,6%)
Pu et al. 2009	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Sahin et al. 2010	k.A.	k.A.	6/49 inn. 12 Monate (12,2%)	4 (8,9%)	0 (0%)
Simmermacher et al. 2008	7 (4,0%)	2 (1,1%)	53	16	k.A.
Takigami et al. 2008	1 (2%)	0 (0%)	k.A.	2 (4%)	1 (2%)
Xu et al. 2010	1 (2,0%)	0 (0%)	2/45 inn. 12 Monate (4,4%)	3 (5,8%)	k.A.
Zhou et al. 2012	k.A.	k.A.	2 inn. 6 Monate	1 (2,8%)	1 (2,8%)
Zou et al. 2009	0 (0%)	0 (0%)	k.A.	0 (0%)	k.A.

4.4.3 Revisionsoperationen

In unserer Studie zeigten sich bei einem Follow-Up-Kollektiv von 293 Patienten insgesamt 95 postoperative Komplikationen aller Art. Aufgrund dieser mussten insgesamt 33 operative Revisionen durchgeführt werden, wobei es in zehn Fällen zu einem Verfahrenswechsel kam. Dies entspricht einer Revisionsrate von 11,3 Prozent. Hauptursache der Verfahrenswechsel waren in sechs Fällen Cut-outs, die in fünf Fällen mittels Duokopf-Prothese und in einem Fall durch eine Plattenosteosynthese revidiert werden mussten. Die Komplikation Cut-out stellt sich aus diesem Grund öfter dramatischer dar als eine laterale Klingendislokation, da die Folge meist eine nicht gelenkerhaltende Revision mit Implantation einer Endoprothese ist.

In der Literatur über den PFNA fanden sich meist leicht niedrigere Revisionsraten. So beschrieben Sahin et al. [79] bei einem Kollektiv bestehend aus 45 PFNA-Patienten vier Reoperationen (8,9 %). Grund dafür waren in drei der vier Fällen Schmerzen der Fascia lata bedingt durch das Wandern der Klinge, die dann bei der Reoperation entfernt wurde, sowie in einem Fall ein schlechtes Repositionsergebnis bei gleichzeitiger Fraktur des Trochanter majors, was nach vier Tagen offen und mittels Cerclagen revidiert werden musste. Takigami et al. [95] berichteten in ihrer Studie von zwei Revisionsfällen (4 %), einem Cut-out und einer postoperativen Fraktur nach erneutem Sturz, wobei es in dem Fall mit dem Cut-out zum Verfahrenswechsel kam. Ähnlich berichteten Karapinar et al. [42] von zwei Revisionsoperationen (2,8 %), wobei das Implantat hier nicht gewechselt werden musste. In der Studie von Xu et al. [106] wurden drei von 52 PFNA-Patienten (5,8 %) und einer von 55 DHS-Patienten (1,8 %) revidiert. Dabei wurde jedoch nicht von den Autoren erwähnt, ob es sich dabei um einen signifikanten Unterschied handelt.

Höhere Revisionsraten fanden sich bei Gardenbroek et al. [28], die den PFN mit dem PFNA verglichen. So beschrieben sie einerseits eine Revisionsrate von 24,1 Prozent für den PFN (21 Reoperationen bei 87 Implantaten) und andererseits eine von 14,3 Prozent für den PFNA (10 Revisionen bei 70 Implantaten). Signifikant zwischen den beiden intramedullären Nägeln war jedoch nur der Unterschied zwischen der Anzahl späterer Revisionsoperationen, die bei Schmerzen, Pseudoarthrosen und sekundärer Dislokation des Implantates durchgeführt werden mussten. Dennoch konnten Gardenbroek et al. in ihrer Studie keine Erklärung für das vermehrte Aufkommen dieser späten Komplikationen

beim PFN abgeben. Insgesamt zeigte sich bei dem Vorgängermodell PFN in den verschiedenen Studien eine mit der des PFNAs vergleichbaren durchschnittliche Revisionsrate von 13,53 % [70].

Keinen signifikanten Unterschied in der Revisionsrate fand sich in der Studie von Zou et al. [65, 108] , die den PFNA mit der DHS verglich. Des Weiteren gab es auch keinen signifikanten Unterschied in der Literatur bei den Revisionsraten zwischen PFN und der Dynamischen Hüftschraube (DHS) [65]. Ähnlich verhielt es sich bei dem Vergleich von Barton et al. [9] zwischen Gamma-Nagel und SHS (Sliding Hip Screw). Dort fand sich jeweils eine Reoperationsrate von drei Prozent für den Gamma-Nagel und von zwei Prozent für die SHS. Zhou et al. [107] verglichen in ihrer Studie den PFNA mit dem LISS und fanden dabei ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in der Revisionsrate. So musste in der PFNA-Gruppe ein Fall von Cut-out (bei 36 Implantaten) und zwei Materialbrüche (bei 28 Implantaten) bei dem LISS revidiert werden.

Zusammengefasst ist die hier publizierte Revisionsrate mit denen aus anderen Studien über den PFNA vergleichbar. Bei der Gegenüberstellung von intra- und extramedullären Verfahren zeigte unsere Studie eine ähnliche Anzahl an Revisionsoperationen [65, 82]. In der Tat lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt keine Überlegenheit des PFNAs hinsichtlich der Revisionsrate in der aktuellen Literatur finden.

4.5 Vergleich mit anderen Verfahren

4.5.1 Der Gammanagel

1988 wurde der Gammanagel, inspiriert an dem Funktionsprinzip des Y-Nagels [48] von Küntscher (1954), von der Firma Howmedica® in Zusammenarbeit mit Kempf [44] eingeführt. Der Y-Nagel konnte sich seinerseits nicht durchsetzen, da es zu dieser Zeit an perioperativen Röntgenmöglichkeiten und deshalb auch an der Präzision der Durchführung mangelte und keine Verriegelungsmöglichkeiten existierten. Der Gammanagel brachte jedoch bereits damals den Vorteil einer sofortigen postoperativen Belastbarkeit [4, 5], eines geringeren Risikos für periostale und kortikale

Durchblutungsstörungen durch die vollständige intraossäre Lage und den minimalinvasiven Zugang [50] sowie einer sicheren Primärstabilität auch instabiler Frakturen [4]. Laut den biomechanischen Studien von Haynes et al. [34] und Mahomed et al. [53] ermöglicht der Gammanagel eine biomechanisch günstigere Medialisierung der Krafteinwirkung verglichen mit der DHS, was die Cut-out-Rate und die Versorgung instabiler Frakturen verbessern sollte. Anfangs berichteten die ersten Studien jedoch über zahlreiche auftretende Komplikationen (intraoperative Schaftsprengungen und Frakturen an der Nagelspitze, distale Fehlbohrungen), wobei vor allem die hohe intraoperative Schaftfrakturrate (1,7 – 6 %) in zahlreichen Veröffentlichungen [6, 16, 74] erwähnt und sogar vom Gebrauch des Gammanagels abgeraten wurde [16, 61, 68]. Für das vermehrte Auftreten dieser Frakturen wurde das geometrische Missverhältnis zwischen dem mächtigen Nagel und dem proximalen Femurmarkkanal, eine zu übertriebene Krafteinwirkung bei der Einbringung des Nagels, sowie die fehlende axiale Dynamisierung verantwortlich gemacht [2, 74]. Aufgrund dessen wurde das Design des Gammanagels mehrmals leicht verändert und verbessert. So wurde zum Beispiel der Nageldurchmesser und die Nagelkrümmung von zehn auf vier Grad verringert und ein Schaftlangloch für die dynamische Verriegelung entwickelt. Diese Maßnahmen zeigten eine deutlich geringere Anzahl von intra- und postoperativen Komplikationen [33, 50, 76]. Bezüglich der intraoperativen Frakturraten fanden sich nach den Weiterentwicklungen des Implantats bei Leung et al. 3,2 % [50], bei Papasimos et al. 2,5 % [63] und bei Utrilla et al. 3,8 % [97].
Das Modell der Dynamischen Hüftschraube ist jedoch bezüglich der Cut-out-Raten in fast jeder Studie dem Gammanagel überlegen [65]. Eine weitere wichtige Komplikationsart, die beim Gammanagel vermehrt auftritt, ist die postoperative Schaftfraktur, wobei sich in der Literatur Zahlen zwischen 2,2 und 8,8 Prozent finden lassen [14, 32, 50, 61, 74]. Im Vergleich zur DHS zeigt der Gammanagel in der Literatur eine niedrigere Cut-out-Rate [65]. Dabei muss angemerkt werden, dass bereits sehr früh in Studien erwähnt wurde, dass die richtige Schraubenlage [22, 64] im Schenkelhals sowie die richtige Operationstechnik das Auftreten von technischen Schwierigkeiten signifikant verringert [80]. Zusätzlich wurde von den Autoren angeraten, kleinere Nägel zu benutzen und die distalen Verriegelungsschrauben nur einzusetzen, wenn die Fraktursituation es verlangt [2].

Im Vergleich zum PFN zeigte der Gammanagel bei den intra- sowie postoperativen Komplikationen keinen signifikanten Unterschiede [66] auf. Es konnte lediglich ein erhöhtes Risiko von intraoperativen Frakturen des Trochanter majors beim Einführen des Gammanagels im Vergleich zum PFN festgestellt werden [66].
Anfangs wurde vom Gebrauch des GN bei Frakturen in osteoporotischen Knochen abgeraten und eine endoprothetische Versorgung empfohlen [83, 86]. Es konnte jedoch später gezeigt werden, dass der GN auch erfolgreich in der Frakturversorgung von osteoporotischen Knochen eingesetzt werden kann [4].

4.5.2 Der Proximale Femurnagel (PFN)

Das Modell des PFNs, von der AO/ASIF-Gesellschaft 1996 entwickelt und basierend auf das Design des Gammanagels, sollte vor allem eine bessere Versorgung von osteoporotischen Knochen ermöglichen. Das Vorgängermodell des PFNA besteht aus zwei Schenkelhalsträgern, einer Schenkelhalsschraube sowie einer Antirotationsschraube, welche die Rotationsinstabilität der Kopf-Hals-Fragmente und die damit verbundenen Cut-outs verhindern soll [89]. Der PFN ermöglicht eine distale dynamische Verriegelung, was zum damaligen Zeitpunkt erstmalig bei den intramedullären Implantaten war. Anders als der Gammanagel ist der PFN am proximalen Ende schmaler [100], was den Knochenverlust beim Aufbohren der Nageleintrittsstelle minimiert und so die postoperative Frakturrate senken soll. Die Nachteile dieses Verfahren sind die durch die mediale Abdrängung des Schenkelhalses beim Einführen des Nagels einhergehende Varusfehlstellung sowie der deutliche über dem Durchschnitt für alternative Verfahren liegende Preis des Implantats. Die postoperativen Komplikationen des PFN wurden in zahlreichen Studien ausreichend beschrieben und diskutiert. So wurde zum Beispiel die Scherwanderung von Schenkelhals- und Antirotationsschraube gegeneinander, der sogenannte Z-Effekt mit einer durchschnittlichen Rate von 1,5 bis 12,5 Prozent in einigen Studien erwähnt [38, 60, 63, 102], wobei diese gegenläufige Schenkelhalsträgermigration mit einem Cut-out der Antirotationsschraube kombiniert sein kann [70, 102]. Als Hauptproblem wird jedoch der Cut-out an sich mit einer durchschnittlichen Rate zwischen 0,4 % und 8,6 % [3, 38, 60, 63, 81, 99, 102, 103] beschrieben. Als Gründe dafür werden die intraoperative Fehlposition der Schenkelhalsträger, eine mangelhafte Reposition der

Fraktur sowie erneute Traumata genannt [38, 64, 103]. Eine bestehende Osteoporose begünstigt das Cut-out zusätzlich [38]. Insgesamt wird der PFN jedoch in den meisten Veröffentlichungen als zuverlässiges Verfahren besonders für instabile Frakturen beschrieben [29, 62], was dennoch keinen wesentlichen Vorteil bezüglich der postoperativen Komplikationen zu anderen Implantaten bringt [60, 62, 81].

Der direkte Vergleich zwischen PFN und PFNA zeigte bei Penzkofer et al. [70] eine Cut-out Rate von 9,2 Prozent für den PFN und von 4,5 Prozent für den PFNA. Bezüglich der lateralen Klingenmigration fanden sich 4,6 Prozent für den PFN und 3,0 Prozent für den PFNA. Auch andere mechanische postoperative Komplikationen, wie die periimplantären Schaftfraktur und der Z-Effekt, wurden beim PFN jeweils öfters beobachtet wie beim PFNA. Diese Ergebnisse wurden jedoch nicht als signifikant eingestuft. Gardenbroek et al. [28] wollten in ihrer 2011 erschienen Studie zeigen, dass durch den PFNA, der nur einen anstatt zwei Schenkelträger besitzt, die korrekte Implantatposition leichter möglich ist und so die Reoperationsrate gesenkt werden kann. Es zeigte sich, dass das Modell PFNA die korrekte Lage nicht erleichtert, jedoch eine signifikant kleinere Rate an späten Reoperationen aufgrund sekundärer Dislokationen als der PFN aufweist. Diese späten Reoperationen wurden auch bei Non-union und Schmerzen, wie z.B. eine Traktusreizung, durchgeführt. Schlussfolgernd hängt dieser Unterschied bei beiden Verfahren nicht mit der Position der Schenkelhalsträger zusammen, sondern von einem anderem, bisher nicht bekannten Faktor.

4.5.3 Die Dynamische Hüftschraube (DHS)

Das Prinzip der Dynamischen Hüftschraube (DHS) entwickelte sich aus dem Modell der Pohl'schen Laschenschraube (1950) und stellte somit als extramedulläres Implantat ein konkurrierendes Verfahren für die intramedullären Nägel dar. Das hier angewandte Prinzip sollte es ermöglichen, die Hauptkomplikationen der starren Nägel, die Protrusion in das Hüftgelenk sowie den Materialbruch zu minimieren [84]. Dabei stellt die Laschenschraube ein teleskopierendes Verfahren dar, wobei eine Schraube in den Hüftkopf geschraubt und am lateralen Ende in einer Gleitvorrichtung bestehend aus einer Lasche eingefügt wird. Der laterale Laschenschenkel wird wiederum direkt am lateralen Femurschaft fixiert. Dadurch entsteht eine Kompression in axialer Richtung und

begünstigt so eine schnelle Frakturheilung [47]. Anfangs wurden zahlreiche Modelle entworfen und erprobt, jedoch konnte sich nur die DHS durchsetzen. Anfängliche Schwächen, wie die fehlende laterale Abstützung und die Rotationsinstabilität, konnten durch die Entwicklung eines Zusatzes, der Trochanterabstützplatte behoben werden [7, 20]. Taeger et al. [94] zeigten in ihrer multizentrischen Studie, dass die DHS einerseits ein zuverlässiges und erprobtes Implantat darstellt, andererseits jedoch den intramedullären Verfahren bei instabilen Frakturen unterlegen ist. Die Autoren des Cochrane Reviews 2010 [65] gelangten zu einem ähnlichen Ergebnis. So zeigte sich in den Studien kein deutlicher Vorteil der intramedullären Verfahren im Vergleich zur DHS bei der Versorgung von 31 A1 und A2 – Frakturen. Man vermute zwar einen Vorteil von intramedullären Verfahren bei der Versorgung von subtrochantären und 31 A3-Frakturen, jedoch gibt es derzeit keine Evidenzlage für diese Überlegenheit. Aus diesem Grund stellt die DHS unverändert das am häufigsten eingesetzte Implantat in Europa und Nordamerika [11, 100] dar.

Dass sich die Dynamische Hüftschraube als Implantat bewährt hat, zeigen zahlreiche Studienergebnisse. Vor allem bei den stabilen 31 A1-Frakturen gilt die DHS als schonendes und komplikationsarmes Verfahren [24, 91, 94, 100]. Kaiser et al. [41] zeigten anhand einer experimentellen Studie an Leichenfemurknochen, dass sich das Erreichen einer primären Belastungsstabilität bei instabilen Frakturen des Typs A2 und A3 bei dem DHS-Verfahren als schwierig erweist. Aus diesem Grund empfahlen die Autoren den Gebrauch des Gammanagels bei instabilen Frakturen.

In einer Metaanalyse von Jones et al. [40] mit einem Gesamtkollektiv von 3279 DHS-Operationen zeigten sich Cut-out-Raten jeweils von 2,3 Prozent für stabile Frakturen und von 2,9 Prozent für die instabilen Frakturen. Wie zuvor beschrieben, ist die DHS dem Gammanagel in den meisten Studien in Hinsicht der Cut-out-Rate überlegen, wobei aber auch hier der Klingenlage im Femurkopf eine besondere Rolle zukommt [64].

Im direkten Vergleich der DHS mit dem PFN und dem PFNA zeigten sich keine relevanten Unterschiede. Papasimos et al. [63] beschrieben in ihrer Studie, die drei Verfahren (DHS, PFN und TGN) miteinander verglich, lediglich eine leicht höhere Operationsdauer für den PFN im Vergleich zur DHS, jedoch keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die klinischen Ergebnisse der beiden Verfahren. Zu diesem Ergebnis kamen auch andere Autoren [62, 81, 108], die den PFN oder den PFNA mit der DHS verglichen.

Zusammengefasst zeigen insbesondere Meta-Analysen derzeit keinen entscheidenden Vorteil eines Kraftträgersystems, obwohl die Anzahl der Studien und der eingeschlossenen Patienten immens ist. Eventuell muss hieraus der Schluss gezogen werden, dass die Implantate gleich gut sind und die Entscheidung, welches Anwendung finden sollte, unter regionalen, persönlichen sowie ökonomischen Gesichtspunkten betrachtet werden muss.

4.6 Kritikpunkte dieser Studie

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Follow-Up Studie, wobei alle Patienten erfasst wurden, die zwischen Dezember 2004 und Dezember 2009 im Universitätsklinikum Ulm mittels PFNA operativ versorgt wurden (n=437). Der von uns festgelegte Follow-Up Zeitraum betrug mindestens ein Jahr, wobei dies nur in 293 Fällen möglich war und einem Kohortenverlust von 33 Prozent entspricht. Diese insgesamt nicht befriedigende FU-Quote kann einerseits zu einer Verzerrung der Resultate führen, wenn eine Patientengruppe aufgrund des gleichen Attributes (z.B. tödliche Spätkomplikation) verloren geht. Andererseits können dadurch eventuell wichtige postoperative Komplikationen bei der Erfassung der Daten fehlen. Die Vorteile dieses Studiendesigns sind der geringe Kosten- und Zeitaufwand im Gegensatz zu prospektiven Studien. Der Nachteil ist dagegen die fehlende Kontrolle bei der Art und Qualität der Informationserhebung, welche einen nicht unerheblichen Informationsbias nach sich zieht. So wurden in unserer Studie einige Daten aus den Patientenakten übernommen, die man nachträglich nicht auf ihre Richtigkeit überprüfen konnte. In einigen Fällen konnten fehlende Daten einiger Patientenakten für die Studie nicht erhoben werden. Aus diesem Grund waren in vielen Fällen die exakten Todesursachen nicht ermittelbar und es konnte nicht auf einen eventuellen Zusammenhang mit der Frakturversorgung geschlossen werden. Ebenfalls stellt die Tatsache, dass nicht bei jedem Patienten die einzelnen Informationen mittels der gleichen Methode erhoben wurden, eine mögliche Fehlerquelle dar und trägt zur Ungenauigkeit unserer Studie bei. So war man auch bei den Telefoninterviews auf die Angaben der Patienten und Verwandten angewiesen und konnte diese nicht auf ihre Richtigkeit überprüfen. Manche Fragebögen wurden in

unserer Studie von den zuständigen Pflegeheimleitern und Hausärzten beantwortet, was auch zu einem Informationsbias durch eine unterschiedliche subjektive Bewertung vor allem bei den klinischen Outcomes führen konnte. Eine weitere Fehlerquelle war die fehlende radiologische Nachuntersuchung, was möglicherweise dazu führte, dass nicht alle mechanischen Komplikationen erfasst wurden. Schließlich muss jedoch erwähnt werden, dass sich Nachuntersuchungen bei geriatrischen Kollektiven oftmals durch die allgemeine Verschlechterung des Allgemeinzustandes und durch eine hohe Sterberate als erschwert erweisen [69].

Ein weiteres Problem stellten in unserem Fall die unterschiedlichen Scores zum klinischen Ergebnis der Patienten in den verschiedenen Publikationen dar. So war ein direkter Vergleich unserer klinischen Outcomes, die mittels des modifizierten Scores nach Merlé d'Aubigné erhoben wurden, mit anderen Studien nicht möglich.

Erschwerend stellte sich auch die unterschiedliche Definition für die verschiedenen postoperativen Komplikationen in den einzelnen Studien dar. So waren die Komplikationen in manchen Studien nicht genauer definiert und konnten somit nicht zum direkten Vergleich herangezogen werden. Der Vergleich mit anderen Studien wurde auch dadurch erschwert, dass die Anzahl der Cut–out Fälle in kleinen Patientenkollektiven oft sehr gering ausfiel und so die Aussagekraft einiger Studien stark reduziert war. In der vorliegenden Studie wurden keine Unterschiede zwischen Cut-out und Cut-through gemacht, was laut einigen Autoren jedoch beim PFNA nötig ist [15, 25, 88], da es sich um zwei verschiedene postoperative Komplikationen handelt.

Des Weiteren war es nicht möglich, den Osteoporosegrad unserer Patienten systematisch zu bestimmen. Somit konnte ein wichtiger Faktor, der vor allem bei den postoperativen mechanischen Komplikationen eine zentrale Rolle spielt, nicht sauber erfasst werden.

Eine Minimierung des hier aufgelisteten Bias wäre durch eine prospektive klinische Kohortenstudie mit einer Vergleichsgruppe möglich. Dabei sollten vor allem die postoperativen Komplikationen und ihre Unterteilung in allgemeine, spezifische und technische Komplikationen definiert werden, damit ein Vergleich mit anderen Studien möglich ist. Zum Ende des Follow-Ups müssten systematisch eine klinische Untersuchung der Patienten sowie radiologische Nachkontrollen durchgeführt werden, damit keine mechanische Komplikation unbemerkt bleibt und die postoperative Mobilität standardisiert festgehalten werden kann. Dazu kommt, dass in den nächsten Studien über

den PFNA eine Unterscheidung zwischen Cut-out und Cut-through durchgeführt werden sollte, um allen Aspekten des Implantats und möglicher Komplikationen gerecht zu werden.

4.7 Schlussfolgerung

Die per- und intertrochantären Femurfrakturen sind typische Verletzungen eines geriatrischen, multimorbiden Patientenkollektivs [26, 52], die mit einer hohen Sterblichkeit von über 25 Prozent einhergehen [59]. Erschwerend für die Versorgung dieser Art von Fraktur ist neben dem meist hohen Alter der Patienten, welches an sich bereits einen Risikofaktor darstellt, die ungünstige Prognose bei gleichzeitig vorliegenden schweren Allgemeinerkrankungen und höherem ASA-Grad [90, 105]. Neben häufigen Lokomotionsstörungen, die ein Problem für eine rasche postoperative Ent- oder Teilbelastung darstellen [49], muss vor allem auf das hohe Vorkommen von Osteoporose in dieser spezifischen Patientengruppe geachtet werden. Aufgrund dieser Faktoren wird für die Versorgung der hüftgelenksnahen Femurfrakturen ein Implantat mit wenigen intra- sowie postoperativen Komplikationen gefordert, dass eine sofortige und volle Belastbarkeit auch im osteoporotischen Knochen ermöglicht [20, 91, 100].

Insgesamt gibt es zur Versorgung dieser Frakturen keine einheitliche Meinung, auch wenn sich viele Autoren einig sind, bei stabilen Frakturen des Typs 31 A1 ein extramedulläres Verfahren zu bevorzugen [10, 11, 27, 81] und instabile Frakturen (31 A2 und A3), v.a. in Kombination mit Osteoporose, mittels intramedullären Verfahren zu stabilisieren [21, 31, 94, 100]. Da sich die Lastübernahme durch die steigende Instabilität einer Fraktur für das Implantat steigert [47], kommt es bei dieser Art von Fraktur insbesondere auf die richtige Implantatwahl und eine präzise Implantationstechnik [77] an. Intramedulläre Verfahren ermöglichen zwar eine hohe Primärstabilität und hohe Belastbarkeit vor allem bei instabilen Frakturen, jedoch hat sich bis jetzt noch keine eindeutige Überlegenheit in den klinischen Ergebnissen gezeigt [65]. Zurzeit stellen die Nachteile intramedullärer Verfahren vor allem erhöhte Kosten [81] sowie eine längere benötigte Durchleuchtungszeit bei der Versorgung stabiler Frakturen [10] dar. Für ein optimales

postoperatives Ergebnis bei den intramedullären Nägeln muss besonders auf eine gute Reposition sowie eine perfekte Platzierung des Implantates geachtet werden [12, 18, 28, 46]. So wurde bestätigt, dass mechanische Komplikationen, wie der Cut-out, stark mit der Klingenposition im Femurkopf korrelieren [51]. In der aktuellen Literatur stellt der Cut-out eine häufige und schwerwiegende Hauptkomplikation der intramedullären Kraftträger dar, da es durch die späteren unumgänglichen Folgeeingriffe bis zum prothetischen Ersatz kommen kann [12, 70, 88, 102]. Einige Ursachen für ein Cut-out sind in der Literatur zu finden, jedoch sind sich die Autoren in manchen Punkten uneinig [18, 25, 46, 47, 64].
Der Einsatz von Endoprothetik sollte gemäß der Literatur nur in einigen Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden. So empfehlen Penzkofer und Wagner in ihren Veröffentlichungen den prothetischen Ersatz bei erheblichen Trümmerzonen, bei pathologischen Frakturen und dem Vorliegen von starker Koxarthrose [70, 100]. Zudem gibt es keine hinreichende Evidenz, dass der primär künstliche Gelenkersatz einen Vorteil gegenüber intra- oder extramedullären Verfahren besitzt [67].

Der PFNA unterscheidet sich von seinem Vorgängermodell vor allem durch seinen helikalen Schenkelhalsträger [15, 88]. Dieser verspricht durch die volumetrische Verdichtung der Spongiosa beim Einführen und durch die relativ große Kontaktfläche im Knochen eine verbesserte Primärverankerung [45], wobei es derzeit jedoch widersprüchliche Untersuchungen gibt [101, 104]. Des Weiteren wurde in einigen Studien auch darauf aufmerksam gemacht, dass die korrekte Positionierung des PFNAs aufgrund des kürzeren Femurschaftes in der asiatischen Population oft schwierig sei und es so des Öfteren zu einem Missverhältnis an der proximalen Nagelspitze komme [39, 73]. Dies erfordert die Entwicklung neuer Modelle, die für die zahlenmäßig große asiatische Population anatomisch passend sind.

Die vorliegende Studie ergab, dass die Verwendung des PFNAs in unserem Kollektiv mit wenigen intra- sowie postoperativen Komplikationen verbunden war und einen schnellen, minimalinvasiven Eingriff darstellt. Die besonderen Vorteile werden vor allem in der leichten Handhabung für den Operateur sowie die sofortige postoperative Vollbelastung gesehen, was besonders wichtig bei einem vorwiegend geriatrischen Patientenkollektiv ist.

Die Entwicklung zahlreicher Verfahren zur Versorgung hüftgelenksnaher Frakturen zeigt, dass über die Jahre hinweg sehr große Fortschritte gemacht wurden. Biomechanische Studien ermöglichen es, die Schwächen älterer Verfahren zu ermitteln und so neue, bessere Frakturbehandlungsmöglichkeiten zu entwickeln. Aus diesem Grund müssen auch Empfehlungen, die auf älteren Studienergebnissen beruhen, unbedingt kritisch betrachtet und auf ihre Gültigkeit hinterfragt werden [47]. So müssen, um die Überlegenheit des PFNAs gegenüber anderen Verfahren zu beweisen, unbedingt prospektive, randomisierte Studien mit großen Patientenkollektiven durchgeführt werden.

5 Zusammenfassung

Extra- und intramedulläre Verfahren sind konkurrierende Verfahren bei der Versorgung hüftgelenknaher Frakturen. Der Proximale Femurnagel Antirotation soll durch sein Design Hauptkomplikationen des Vorgängermodelles und anderer Kraftträger minimieren. Es gibt in der aktuellen Literatur bisher keine evidenten klinischen Ergebnisse zur Überlegenheit des Proximalen Femurnagels Antirotation (PFNA) im Vergleich zu anderen Verfahren. Ziel dieser Studie war die Evaluation des PFNAs über eine minimale Follow-Up-Dauer von einem Jahr. Dabei wurde ein Teil der Daten retrospektiv mittels der klinikinternen Datenbank und ein Teil mittels Telefoninterviews und Fragebögen zum Zeitpunkt der Studie erhoben. Insgesamt konnten so 437 Fälle eingeschlossen werden, wobei der Altersdurchschnitt bei 78,2 Jahren und der Frauenanteil bei 69 Prozent lagen. 76 Prozent des Gesamtkollektivs litten unter multiplen Begleiterkrankungen, weshalb 88 Prozent aller Patienten in die ASA-Klassen (American Society of Anesthesiologits) 3 und 4 eingeteilt wurden. Der durchschnittliche Klinikaufenthalt betrug zwölf Tage, wobei sich die Aufenthaltsdauer mit zunehmendem Alter der Patienten abnehmend darstellte. 96 Prozent aller Frakturen wurden durch ein Trauma verursacht. In 60 Prozent der Fälle lagen instabile Frakturen vom Typ 31 A2 und A3 vor. Von 293 Patienten konnte mindestens ein Follow-Up (FU) von einem Jahr durchgeführt werden. Bei insgesamt 144 Patienten (33 %) konnte keine Nachuntersuchung erfolgen. Die 1-Jahres-Mortalität betrug in unserem Patientenkollektiv 21,6 Prozent.

Die durchschnittliche präoperative Verweildauer betrug in 43 Prozent der Fälle weniger als sechs Stunden und in 12 Prozent zwischen 6 und 24 Stunden. Die durchschnittliche Operationsdauer unter Ausschluss polytraumatisierter Patienten lag bei 52 Minuten, die durchschnittliche Röntgendauer betrug 1,78 Minuten. Die Mehrzahl der Operationen wurde von Oberärzten oder Fachärzten durchgeführt. Bei 221 Patienten konnte ein modifizierter Merlé d’Aubigné Score erhoben werden, wobei 68 Prozent der Patienten ein „befriedigendes“ bis „sehr gutes“ Ergebnis erzielten. Intraoperative Schwierigkeiten ergaben sich lediglich bei 1,6 Prozent des Gesamtkollektivs (n=437). 71 % der Follow-Up-Gruppe (n=293) blieb ohne postoperative Komplikationen. Insgesamt traten 46 (15,7 %)

allgemeine postoperative Komplikationen auf. Zu den häufigsten gehörten hierbei Harnwegsinfekte (3,8 %), kardiopulmonale Komplikationen (3,4 %), postoperative Anämien (2,7 %) und thromboembolische Komplikationen (2,0 %). In 7,5 Prozent der Fälle kam es zu spezifischen postoperativen Komplikationen. Darunter kamen am häufigsten Beinverkürzungen (2,7 %) und Wundkomplikationen (3,8 %) vor, wobei 7 der insgesamt 11 Wundkomplikationen eine Revision erforderten. In zwei Fällen mit verzögerter Frakturheilung wurde eine operative Revision durchgeführt werden. Insgesamt 27 mechanische Komplikationen (9,2 %) wurden erfasst. Darunter befanden sich 17 Fälle (5,8 %) von lateraler Klingendislokation, die allesamt mit Ausnahme eines Falles operativ revidiert wurden. Die Revision bestand in zehn Fällen aus einem Klingenwechsel und in vier Fällen aus einer Teil- oder kompletten Metallentfernung. Ein Cut-out der Klinge wurde in sechs Fällen (2,0 %) beobachtet, die alle mit einem Verfahrenswechsel versorgt wurden. Alle drei Fälle (1,0 %) von Implantatbrüchen mussten operativ revidiert werden, wobei es aber nur in einem Fall bei gleichzeitigem Vorliegen von osteolytischen Metastasen zu einem Verfahrenswechsel kam. Schließlich kam es in einem Fall zu einer Dislokation der distalen Verriegelungsschrauben, welche jedoch aufgrund der Grunderkrankung des Patienten nicht entfernt oder ersetzt wurden. Insgesamt waren somit 33 (11,3 %) der Patienten mit durchgeführtem FU operativ revisionspflichtig und es kam in 10 (3,4 %) zu einem Verfahrenswechsel.

In dem durchgeführten Literaturvergleich findet sich somit ein vergleichbares Komplikationsspektrum bei leicht verkürzter Operationsdauer, womit der PFNA als sicheres und einfaches Verfahren zur Versorgung hüftgelenknaher Frakturen angesehen werden kann. Zur Beurteilung, welches Implantat bei welcher Frakturart optimal ist, sind weitere, prospektiv randomisierte Untersuchungen erforderlich.

6 Literaturverzeichnis

1. Abendroth K, Defer J, Defer A: Neue Aspekte zur Epidemiologie der Hüftfrakturen in Deutschland. MedReport, 6: 6(2009)

2. Albareda J, Laderiga A, Palanca D, Paniagua L, Seral F: Complications and technical problems with the gamma nail. Int Orthop., 20: 47-50(1996)

3. Al-yassari G, Langstaff R J, Jones J W, Al-Lami M: The AO/ASIF proximal femoral nail (PFN) for the treatment of unstable trochanteric femoral fracture. Injury, 33: 395-399(2002)

4. Andress H, Forkel H, Grubwinkler M, Landes J, Piltz S, Hertlein, H., Lob, G.: Treatment of per- and subtrochanteric femoral fractures by gammanails and modular hip prostheses. Differential indications and results. Unfallchirurg, 103: 444-451(2000)

5. Asche G, Asche H: Die Gammanagelung - Ein neues Verfahren zur Stabilisierung von pertrochantären Oberschenkelfrakturen. Operative Orthopädie und Traumatologie, 4: 237-248(1992)

6. Aune A, Ekeland A, Odegaard B, Grøgaard B, Alho A: Gammanail vs compression screw for trochanteric femoral fractures. 15 reoperations in a prospective, randomized study of 378 patients. Acta Orthop Scand., 65: 127-130(1994)

7. Babst R, Martinet O, Renner N, Rosso R, Bodoky A, Heberer M, Regazzoni P: The DHS (dynamic hip screw) buttress plate in the management of unstable proximal femoral fractures. Schweiz Med Wochenschr., 123: 566-568(1993)

8. Barnett S, Moonesinghe S: Clinical risk scores to guide perioperative management. Postgraduate Medical Journal., 87: 535-541(2011)

9. Barton T, Gleeson R, Topliss C, Greenwood R, Harries W, Chesser T: A comparison of the long gammanail with the sliding hip screw for the treatment of AO/OTA 31-A2 fractures of the proximal part of the femur: a prospective randomized trial. J Bone Joint Surg Am., 92: 792-798(2010)

10. Baumgaertner M, Curtin S, Lindskog D: Intramedullary versus extramedullary fixation for the treatment of intertrochanteric hip fractures. Clin Orthop Relat Res., 348: 87-94(1998)

11. Bonnaire F, Lein T, Bula P: Pertrochantäre Femurfrakturen - Anatomie, Biomechanik und Wahl der Implantate. Unfallchirurg, 114: 491-500(2011)

12. Bonnaire F, Weber A, Bösl O, Eckhardt C, Schwieger K, Linke B: „Cutting out“ bei pertrochantären Frakturen – ein Problem der Osteoporose? Unfallchirurg, 110: 425-432(2007)

13. Boy O, Hahn S, Kociemba E, BQS-Fachgruppe Orthopädie und Unfallchirurgie: , BQS-Qualitätsreport 2008 : Hüftgelenknahe Femurfrakturen. 2008-last update. Available: http://www.bqs-qualitaetsreport.de/ (Heruntergeladen am 20. März 2012)

14. Bridle S, Patel A, Bircher M, Calvert P: Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. A randomised prospective comparison of the gammanail and the dynamic hip screw. J Bone Joint Surg Br., 73: 330-334(1991)

15. Brunner A, Jockel J A, Babst R: The PFNA proximal femur nail in treatment of unstable proximal femur fractures--3 cases of postoperative perforation of the helical blade into the hip joint. J.Orthop.Trauma, 22: 731-736(2008)

16. Butt M, Krikler S, Nafie S, Ali M: Comparison of dynamic hip screw and gamma nail: a prospective, randomized, controlled trial. Injury, 26: 615-618(1995)

17. Büttner O, Styger S, Regazzoni P, Suhm N: Stabilisierung sub- und pertrochantärer Femurfrakturen mit dem PFNA®. Operative Orthopädie und Traumatologie, 23: 357-374(2011)

18. Cheung J P Y, Chan C F: Cutout of Proximal Femoral Nail Antirotation Resulting from blocking of the gliding mechanism during fracture collapse. Journal of orthopaedic trauma, 25: 51-55(2011)

19. Curtis M, Jinnah R, Wilson V, Cunningham B: Proximal femoral fractures: a biomechanical study to compare intramedullary and extramedullary fixation. Injury, 25: 99-104(1994)

20. Dávid A, Hüfner T, Lewandrowski K, Pape D, Muhr G: The dynamic hip screw with support plate - a reliable osteosynthesis for highly unstable “reverse” trochanteric fractures? Chirurg., 67: 1166-1173(1996)

21. Dávid A, von der Heyde D, Pommer A: Therapeutic possibilities in trochanteric fractures. Safe--fast--stable. Orthopäde, 29: 294-301(2000)

22. Davis T, Sher J, Horsman A, Simpson M, Porter B, Checketts R: Intertrochantericfemoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. J Bone Joint Surg Br., 72: 26-31(1990)
23. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU): , Leitlinien - Pertrochantäre Oberschenkelfrakturen, Registernummer 012 - 002. Stand: 01.05.2008 , gültig bis 31.05.2013-last update. Available: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012-002.html (Heruntergeladen am 22.03.2012)
24. Euler E, Betz A, Schweiberer L: The treatment of trochanteric and femoral neck fractures using the dynamic hip screw (DHS). Orthopedics and Traumatology, 4: 246-258(1992)
25. Frei H, Hotz T, Cadosch D, Rudin M, Käch K: Central head perforation, or "cut through," caused by the helical blade of the proximal femoral nail antirotation. J Orthop Trauma., 26: 102-107(2012)
26. Frerichmann U, Raschke M J, Stöckle U, Wöhrmann S, Lohmann R: Proximale Femurfrakturen im Alter: Krankenkassendaten von über 23 Mio. Versicherten – Teil 2. Der Unfallchirurg, 7: 610-616(2007)
27. Fritz T, Hiersemann K, Krieglstein C, Friedl W: Prospective randomized comparison of gliding nail and gammanail in the therapy of trochanteric fractures. Arch Orthop Trauma Surg., 119: 1-6(1999)
28. Gardenbroek T J, Segers M J M, Simmermacher R K J, Hammacher E R: The Proximal Femur Nail Antirotation: An Identifiable Improvement in the Treatment of Unstable Pertrochanteric Fractures? The Journal of Trauma, injury, infection and critical care, 71: 169-174(2011)
29. Gonschorek O, Verheyden A P, Tiemann A, Josten C: Komplikationen mit dem proximalen Femurnagel (PFN) - Vermeidung und Management. Trauma und Berufskrankheit, 5: 171-174(2003)
30. Götte S, Dittmar K: Epidemiologie und Kosten der Osteoporose. Der Orthopäde, 7: 402-404(2001)
31. Habernek H, Wallner T, Aschauer E, Schmid L: Comparison of endernails, dynamichipscrews, and Gammanails in the treatment of peritrochantericfemoralfractures. Orthopedics., 23: 121-127(2000)

32. Halder S: The Gamma nail for peritrochanteric fractures. J Bone Joint Surg Br., 3: 340-344(1992)

33. Handoll H, Parker M: The role of cephalo-condylic nailing of the proximal femur in terms of the basic stability of inter-trochanteric fractures. Int. Orthop., 28: 61-63(2004)

34. Haynes R, Pöll R, Miles A, Weston R: Failure of femoral head fixation: a cadaveric analysis of lag screw cut-out with the gamma locking nail and AO dynamic hip screw. Injury, 28: 337-341(1997)

35. Haynes S, Lawler P: An assessment of the consistency of ASA physical status classification allocation. Anaesthesia, 50: 195-199(1995)

36. Herrera A, Domingo L, Calvo A, Martínez A, Cuenca J: A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. International Orthopaedics, 26: 365-369(2002)

37. Hirner A, Weise K: Chirurgie - Schnitt für Schnitt. 1, Thieme, Stuttgart, (2004)

38. Hohendorff B, Meyer P, Menezes D, Meier L, Elke R: Behandlungsergebnisse nd Komplikationen nach PFN-Osteosynthese. Unfallchirurg, 108: 938-953(2005)

39. Hwang J, Oh J, Han S, Shon W, Oh C: Mismatch between PFNa and medullary canal causing difficulty in nailing of pertrochanteric fractures. Arch Orthop Trauma Surg, 128: 1443-1446(2008)

40. Jones H, Johnston P, Parker M: Are short femoral nails superior to the sliding hip screw? - A meta-analysis of 24 studies involving 3,279 fractures. Int Orthop., 30: 69-78(2006)

41. Kaiser W, Burmester J, Lacher V: Zur Verfahrenswahl bei pertrochantären Femurfrakturen. Unfallchirurgie, 2: 50-54(1999)

42. Karapinar L, Kumbaraci M, Kaya A, Imerci A, Incesu M: Proximal femur nail anti-rotation (PFNA) to treat peritrochanteric fractures in elderly patients. Eur J Orthop Surg Traumtol, 22: 237-243(2012)

43. Kellam J. A L: Chapter 1.5 Fracture Classification in: AO Principles of fracture management - Volume 1. In: AO-Publishing (Hrsg) AO Principles of fracture management - Volume 1, 2nd Edition, Thieme, S. 54-71 (2007)

44. Kempf I, Grosse A, Taglang G, Favreul E: Gamma nail in the treatment of closed trochanteric fractures. Results and indications apropos of 121 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot., 79: 29-40(1993)

45. Kold S, Rahbek O, Vestermark M, Overgaard S, Søballe K: Bone compaction enhances fixation of weightbearing titanium implants. Clin Orthop Relat Res., 431: 138-144(2005)
46. Kraus M, Krischak G, Wiedmann K, Riepl C, Gebhard F, Jöckel J, Scola A: Clinical evaluation of PFNA® and relationship between the tip-apex distance and mechanical failure. Unfallchirurg, 114: 470-478(2011)
47. Krischak G, Dürselen L, Röderer G: Versorgung pertrochantärer Frakturen - Biomechanische Überlegungen. Unfallchirurg, 114: 485-490(2011)
48. Küntscher G: Nagelung des pertrochantären Bruches mit dem Y-Nagel. In: Küntscher G (Hrsg) Praxis der Marknagelung, 1., Schattauer, Stuttgart, S. 163-165 (1962)
49. Lauritzen J: Hip fractures: incidence, risk factors, energy absorption, and prevention. Bone., 18: 65-75(1996)
50. Leung K, So W, Shen W, Hui P: Gammanails and dynamic hip screws for peritrochanteric fractures. A randomised prospective study in elderly patients. J Bone Joint Surg Br., 74: 345-351(1992)
51. Lobo-Escolar A, Joven E, Iglesias D, Herrera A: Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing. Injury, 41: 1312-1316(2010)
52. Lohmann R, Frerichmann U, Stöckle U, Riegel T, Raschke M: Proximale Femurfrakturen im Alter - Auswertung von Krankenkassendaten von über 23 Mio. Versicherten Teil 1. Der Unfallchirurg, 7: 603-609(2007)
53. Mahomed N, Harrington I, Kellam J, Maistrelli G, Hearn T, Vroemen J: Biomechanical analysis of the Gammanail and sliding hip screw. Clin Orthop Relat Res., 304: 280-288(1994)
54. Megas P, Kaisidis A, Zouboulis P, Papas M, Panagopoulos A, Lambiris E: Vergleichsstudie der Versorgung pertrochantärer Femurfrakturen - trochanteric Gamma-Nagel vs. PFN. Z Orthop, 143: 252-258(2005)
55. Mereddy P, Kamath S, Ramakrishnan M, Malik H, Donnachie N: The AO/ASIF proximal femur nail antirotation (PFNA): A new design for the treatment of unstable proximal femoral fractures. Injury, Int. J. Care Injured, 40: 428-432(2009)
56. Merle D'Aubigné R, Postel M: Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. The Journal of bone and joint surgery. American Volume., 36: 451-475(1954)
57. Müller M, Seitz A, Besch L, Hilgert R E, Seekamp A: Versorgung pertrochantärer Frakturen - Vergleichende Analyse mit PFN vs. TGN. Der Unfallchirurg, 111: 71-78(2008)

58. Muller M E, Nazarian S, Koch P: The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. 1st edition, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, (1990)

59. Novack V, Jotkowitz A, Etzion O, Porath A: Does delay in surgery after hip fracture lead to worse outcomes? A multicenter survey. Int J Qual Health Care, 19: 170-176(2007)

60. Nuber S, Schönweiss T, Rüter A: Stabilisation of unstabletrochanteric femoral fractures. Dynamic hip screw (DHS) with trochanteric stabilisation plate vs. proximal femur nail (PFN). Unfallchirurg., 106: 39-47(2003)

61. Osnes E, Lofthus C, Falch J, Meyer H, Stensvold I, Kristiansen I, Nordsletten L: More postoperative femoral fractures with the Gamma nail than the sliding screw plate in the treatment of trochanteric fractures. Acta Orthop Scand., 72: 252-256(2001)

62. Pajarinen J, Lindahl J, Savolainen V, Michelsson O, Hirvensalo E: Femoral shaft medialisation and neck-shaft angle in unstable pertrochanteric femoral fractures. Int. Orthop., 28: 347-353(2004)

63. Papasimos S, Koutsojannis C, Panagopoulos A, Megas P, Lambiris E: A randomised comparison of AMBI, TGN and PFN for treatment of unstable trochanteric fractures. Arch Orthop Trauma Surg., 125: 462-468(2005)

64. Parker M: Cutting-out of the dynamic hip screw related to its position. J Bone Joint Surg Br., 74: 625(1992)

65. Parker M, Handoll H: Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev., 8: (2010)

66. Parker M, Handoll H: Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev., 16: (2008)

67. Parker M, Handoll H: Replacement arthroplasty versus internal fixation for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev., 19: (2006)

68. Parker M, Pryor G: Gamma versus DHS nailing for extracapsular femoral fractures. Meta-analysis of ten randomised trials. Int Orthop., 20: 163-168(1996)

69. Pauschert R, Niethard F, Schöning B, Lurz G: Letalität nach Frakturen des coxalen Femurendes im fortgeschrittenen Alter. Deutsches Ärzteblatt, 93: 102-107(1996)

70. Penzkofer J, Mendel T, Bauer C, Brehme K: Ergebnisse bei der Versorgung per- und subtrochantärer Femurfrakturen. Unfallchirurg, 112: 699-705(2009)

71. Peters E, Pritzkuleit R, Beske F, Katalinic A: Demografischer Wandel und Krankheitshäufigkeiten - Eine Projektion bis 2050. Bundesgesundheitsbl., 53: 417-426(2010)

72. Petersen M, Jørgensen H, Hansen K, Duus B: Factors affecting postoperative mortality of patients with displaced femoral neck fracture. Injury., 37: 705-711(2006)

73. Pu J, Liu L, Wang, GL., Fang, Y., Yang T: Results of the proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) in elderly Chinese patients. Int Orthop., 33: 1441-1444(2009)

74. Radford P, Needoff M, Webb J: A prospective randomised comparison of the dynamic hip screw and the gamma locking nail. J Bone Joint Surg Br., 75: 789-793(1993)

75. Rae H, Harris I, McEvoy L, Todorova T: Delay to surgery and mortality after hip fracture. ANZ J Surg., 77: 889-891(2007)

76. Rantanen, J., Aro, HT.: Intramedullary fixation of high subtrochanteric femoral fractures: a study comparing two implant designs, the Gammanail and the intramedullary hip screw. J Orthop Trauma., 12: 249-252(1998)

77. Roberts C, Nawab A, Wang M, Voor M, Seligson D: Second generation intramedullary nailing of subtrochanteric femur fractures: a biomechanical study of fracture site motion. J Orthop Trauma., 16: 231-238(2002)

78. Ryder S -, Reynolds F, Bannister G C: Refining the indications for surgery after proximal femoral fracture. Injury, Int. J. Care Injured, 295-297(2001)

79. Sahin S, Ertürer E, Oztürk I, Toker S, Seçkin F, Akman S: Radiographic and functional results of osteosynthesis using the proximal femur nail antirotation (PFNA) in the treatment of unstable intertrochanteric femoral fractures. Acta Orthop Traumatol Turc., 44: 127-134(2011)

80. Sailer R, Ulmer H, Hrubesch R, Fink C, Hoser C, Rangger C: Surgical stabilization of per- and subtrochanteric femoral fractures with the gammanail. Chirurg., 71: 1380-1384(2000)

81. Saudan M, Lübbeke A, Sadowski C, Riand N, Stern R, Hoffmeyer P: Pertrochanteric fractures: is there an advantage to an intramedullary nail?: a randomized, prospective study of 206 patients comparing the dynamic hip screw and proximal femoral nail. J Orthop Trauma., 16: 386-393(2002)

82. Schipper I, Steyerberg E, Castelein R, van der Heijden F, den Hoed P, Kerver A, van Vugt A: Treatment of unstable trochanteric fractures. Randomised comparison of the gammanail and the proximal femoral nail. J Bone Joint Surg Br., 86: 86-94(2004)
83. Schuckmann P, Schuckmann W: Indications for endoprothetic management of pertrochanteric fractures. Beitr Orthop Traumatol., 36: 279-282(1989)
84. Schumpelick W, Jantzen P M: A new principle in the operative treatment of trochanteric fractures of the femur. J Bone Joint Surg Am., 37: 693-698(1955)
85. Schürch M, Rizzoli R, Mermillod B, Vasey H, Michel J, Bonjour J: A prospective study on socioeconomic aspects of fracture of the proximal femur. J Bone Miner Res., 11: 1935-1942(1996)
86. Schwenk W, Eyssel M, Badke A, Stock W: Results of management of pertrochanteric comminuted fractures in the elderly with a tumor shaft endoprostheses. Aktuelle Traumatol., 24: 6-11(1994)
87. Siebert H, Beck A: Unfallchirurgie im Alter. Chirurg., 76: 139-150(2005)
88. Simmermacher R K, Ljungqvist J, Bail H, Hockertz T, Vochteloo A J, Ochs U, Werken C, AO - PFNA studygroup: The new proximal femoral nail antirotation (PFNA) in daily practice: results of a multicentre clinical study. Injury, 39: 932-939(2008)
89. Simmermacher R, Bosch A, Van der Werken C: The AO/ASIF-proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures. Injury, 30: 327-332(1999)
90. Skaga N O, Eken T, Sovik S., Jones J M, Steen P A: Pre-injury ASA Physical Status Classification is an Independent Predictor of Mortality After Trauma. The Journal of Trauma, injury, infection and critical care, 63: 972-978(2007)
91. Smektala R, Luka M, Clasbrummel B: Gibt es das universelle Implantat zur Versorgung trochantärer Femurfrakturen? European Journal of Trauma, 25: 43-49(1999)
92. Statistisches Bundesamt: Bevölkerung bis 2050 - 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Eigenverlag, (2006)
93. Synthes® Version 12/2011: , PFNA. Proximaler Femurnagel Antirotation. Operationstechnik. 12/2011-last update. Available: www.synthes.com/lit (Heruntergeladen am 13.03.2012)

94. Taeger G, Schmid S, Zettl R, Schweiberer L, Nast-Kolb D: Die stabile und instabile pertrochantäre Femurfraktur - Differenzierte Indikationsstellung für die dynamische Hüftschraube. Unfallchirurg, 103: 741-748(2000)

95. Takigami I, Matsumoto K, Ohara A, Yamanaka K, Naganawa T, Ohashi M, Date K, Shimizu K: Treatment of Trochanteric Fractures with the PFNA (Proximal Femur Nail Antirotation) Nail System - Report of early results. Bull NYU Hosp Jt Dis., 66: 276-279(2008)

96. Tang P, Hu F, Shen J, Zhang L, Zhang L: Proximal femoral nail antirotation versus hemiarthroplasty: a study for the treatment of intertrochanteric fractures. Injury, 43: 876-881(2012)

97. Utrilla A L, Reig J S, Muñoz F M, Tufanisco C B: Trochanteric gamma nail and compression hip screw for trochanteric fractures - A randomized, prospective, comparative study in 201 elderly patients with a new design of the gamma nail. J. Orthop Trauma, 19: 229-233(2005)

98. Vacanti C J, Van Houten R J, Hill R C: A Statistical Analysis of the Relationship of Physical Status to Postoperative Mortality in 68,388 Cases. Anaesthesia and analgesia, 49: 564-566(1970)

99. Verheyden A P, Josten C: Die intramedulläre Osteosynthese der pertrochantären Femurfraktur mit dem proximalen Femurnagel (PFN). Operative Orthopädie und Traumatologie, 15: 20-37(2003)

100. Wagner S, Rüter A: Per- und subtrochantäre Femurfrakturen. Unfallchirurg, 102: 206-222(1999)

101. Wähnert D, Gudushauri P, Schiuma D, Richards G, Windolf M: Does cancellous bone compaction due to insertion of a blade implant influence the cut-out resistance? A biomechanical study. Clin Biomech (Bristol, Avon)., 25: 1053-1057(2010)

102. Werner-Tutschku W, Lajtai G, Schmiedhuber G, Lang T, Pirkl C, Orthner E: Intra- und perioperative Komplikationen bei der Stabilisierung von per- und subtrochantären Femurfrakturen mittels PFN®. Unfallchirurg, 105: 881-885(2002)

103. Windolf J, Hollander D A, Hakimi M, Linhart W: Pitfalls and complications in the use of the proximal femoral nail. Langenbecks Arch Surgery, 390: 59-65(2005)

104. Windolf M, Braunstein V, Dutoit C, Schwieger K: Is a helical shaped implant a superior alternative to the Dynamic Hip Screw for unstable femoral neck fractures? A biomechanical investigation. Clin Biomech (Bristol, Avon)., 24: 59-64(2009)

105. Wolters U, Wolf T, Stutzer H, Schroder T: ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. British Journal Anaesthesia, 77: 217-222(1996)

106. Xu Y, Geng D, Mao H, Zhu X, Yang H: A Comparison of the Proximal Femoral Nail Antirotation Device and Dynamic Hip Screw in the Treatment of Unstable Pertrochanteric Fracture. The Journal of International Medical Research, 38: 1266-1275(2010)

107. Zhou F, Zhang Z S, Yang H, Tian Y, Ji H Q, Guo Y, Lv Y: Less Invasive Stabilization System (LISS) versus Proximal Femoral Nail Anti-Rotation (PFNA) in trating proximal femoral fractures: A prospective randomized study. Journal of orthopaedic trauma, 26: 155-162(2012)

108. Zou J, Xu Y, Yang H: A comparison of proximal femoral nail antirotation and dynamic hip screw devices in trochanteric fractures. The Journal of International Medical Research, 37: 1057-1064(2009)

Anhang 1

Standardisierter Fragebogen

<u>Allgemein</u>

Verstorben ?

Todeszeitpunkt ?

Todesursache ?

<u>Postoperative Komplikationen</u>

Ja oder nein ?

Zeitpunkt des Auftretens?

Reoperation?

<u>Schmerz</u>

6 = kein Schmerz

5 = gering und inkonstant, normale Aktivität möglich

4 = gering beim Gehen, schmerzlos in Ruhe

3 = erträglich mit Einschränkung der Aktivität

2 = stark beim Gehen mit Behinderung der Aktivität

1 = sehr stark, auch über die Nacht

0 = intensiv und dauerhaft

<u>Funktion</u>

<u>Allgemein</u>

Ist die Funktion des Beines postoperativ gleich oder verändert?

Gehhilfe

6 = normale Gehfähigkeit

5 = ohne Gehhilfe, aber leichtes Hinken

4 = lange Gehstrecke Stock nötig ; kurze Strecke ohne Stütze möglich

3 = mit 1 Gehstock, weniger als 1 Stunde ; sehr schwierig ohne Gehhilfe

2 = nur mit 2 Gehstöcken

1 = nur mit 2 Unterarmgehstützen

0 = immobil

Gehstrecke

Unbegrenzt

½ bis 1 Stunde

10 Minuten bis ½ Stunde

2-10 Minuten

unter 2 Minuten/nur im Haus

unmöglich

Treppensteigen

Normal

Mit Hilfe eines Geländers

Mit Hile einer anderen Methode

Nicht möglich

Hinken, wenn keine Gehhilfe

Kein

Leicht

Mäßig

Schwer

Beinlängendifferenz

ja oder nein ?

Danksagung

Danksagung aus Gründen des Datenschutzes entfernt

Lebenslauf

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt.